



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**STUDI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN IDENTIFIKASI  
SENYAWA XANTON DARI EKSTRAK KULIT BUAH MANGGIS**

**SKRIPSI**

**SOPIANITA LESTARI  
0606069331**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
DEPARTEMEN KIMIA  
DEPOK  
JANUARI 2011**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**STUDI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN IDENTIFIKASI  
SENYAWA XANTON DARI EKSTRAK KULIT BUAH MANGGIS**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana**

**SOPIANITA LESTARI  
0606069331**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
DEPARTEMEN KIMIA  
DEPOK  
JANUARI 2011**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Sopianita Lestari**

**NPM : 0606069331**

**Tanda Tangan : .....**

**Tanggal : 6 Januari 2011**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Sopianita Lestari  
NPM : 0606069331  
Program Studi : Kimia  
Judul Skripsi : Studi Aktifitas Antioksidan dan Identifikasi Senyawa  
Xanton dari Ekstrak Kulit Buah Manggis

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Drs. Riswiyanto, M.Si ( ..... )  
Pembimbing II : Prof. Dr. Soleh Kosela, M.Sc ( ..... )  
Penguji : Dr. Emil Budianto ( ..... )  
Penguji : Drs. Sultan Badjri, M.Si ( ..... )  
Penguji : Drs. Erzi Rizal Azwar, M.Sc ( ..... )

Ditetapkan di : Depok  
Tanggal : 6 Januari 2011

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Science Jurusan Kimia pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Drs. Riswiyanto, M.Si dan Prof. Dr. Soleh Kosela, M.Sc, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) Dr. Ir. Antonius Herry Cahyana yang telah membantu dan mengarahkan saya memahami metode uji aktivitas antioksidan;
- (3) pihak Departemen Kimia yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data dan keperluan laboratorium yang saya perlukan.;
- (4) orang tua dan keluarga saya: Surya, Agus, dan Saiful yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
- (5) mahasiswa kimia, khususnya mahasiswa penelitian lantai 3 dan 4, Nining, Arief, Diana, Nadiroh, Desi W, Desi B, Bu Yeti, Yudha, Feri, Putu, Stevanus, Nadia, Wiwit, Helen, Yuli, Intan, Dante, Linda, Nita, Ka Omi, dan Ka Siti yang telah menemani dan memberi dukungan, dan yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
- (6) mahasiswa penelitian bioinformatika Ka Irwan, Kanti, Didit, Noval, dan Tirta yang telah memberikan dukungan untuk menyelesaikan skripsi ini.
- (7) Firmansyah Wardani yang telah membantu meringankan beban saya dengan menggantikan saya menjadi asisten laboratorium anorganik.

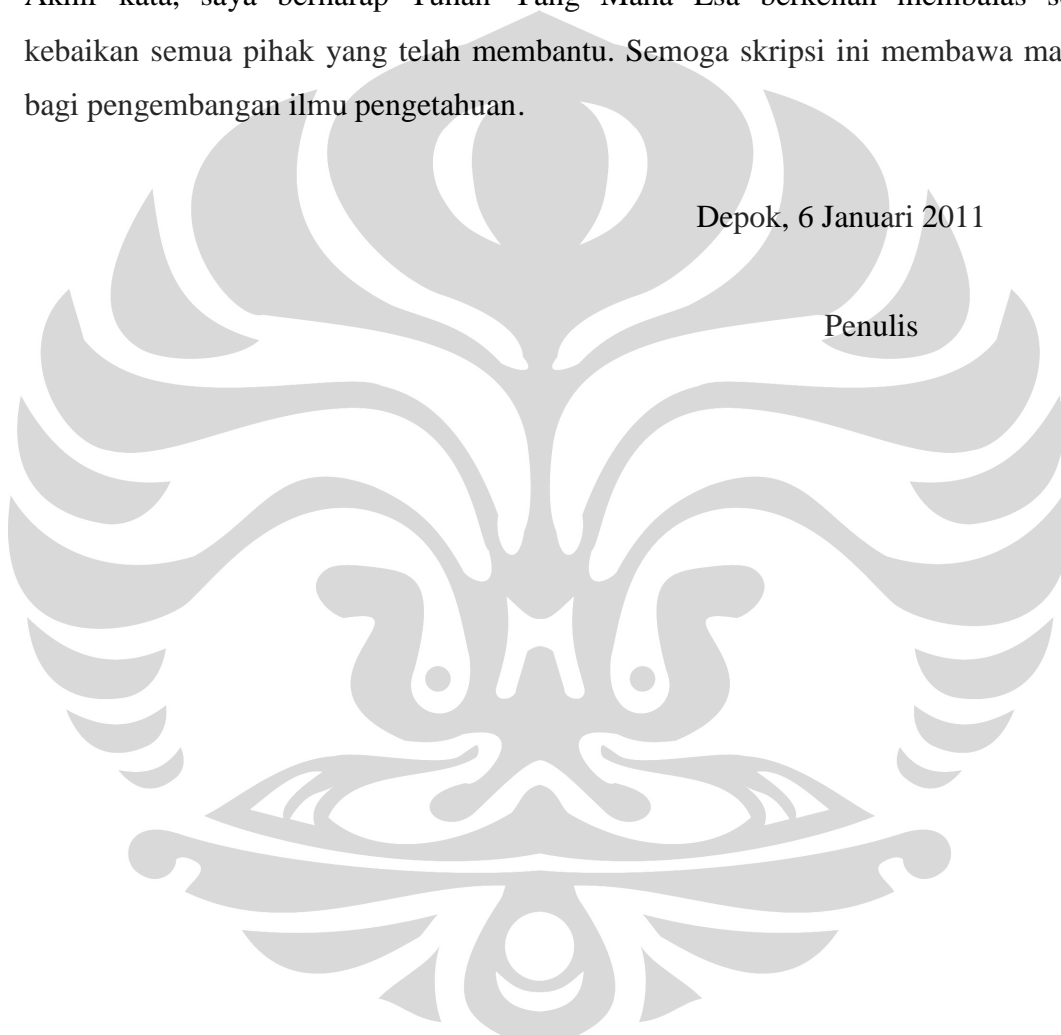
(8) Bobby Novandi Putra yang telah menjadi inspirasi dan semangat dalam mengerjakan skripsi.

(9) Adi Santoso dan seluruh alumni SMA Negeri 107 yang telah memperindah perjalanan hidup saya.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 6 Januari 2011

Penulis



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sopianita Lestari  
NPM : 0606069331  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Studi Aktivitas Antioksidan dan Identifikasi Senyawa Xanton dari Ekstrak Kulit Buah Manggis

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada tanggal : 6 Januari 2011

Yang menyatakan

( ..... )

## ABSTRAK

Nama : Sopianita Lestari  
Program Studi : Kimia  
Judul : Studi Aktivitas Antioksidan dan Identifikasi Senyawa Xanton dari Ekstrak Kulit Buah Manggis

*Garcinia mangostana* L. (biasa dikenal dengan nama manggis) sebagai salah satu sumber yang kaya akan senyawa antioksidan golongan xanton, telah banyak dimanfaatkan baik untuk mengobati berbagai penyakit maupun untuk pewarnaan. Kulit buah manggis kering dimaserasi menghasilkan ekstrak kasar, yang kemudian disuspensikan ke dalam air dan diekstraksi dengan pelarut n-heksana,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ , etil asetat dan n-butanol secara berurutan. Aktivitas antioksidan pada ekstrak kulit buah manggis dalam pelarut n-heksana,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ , etil asetat, n-butanol dan  $\text{H}_2\text{O}$  ditentukan menggunakan metode DPPH. Ekstrak n-heksana memiliki nilai tertinggi yaitu dengan  $\text{IC}_{50}$  ( $\mu\text{g/mL}$ ) 17.7 (F1) dan 16.64 (F2). Setelah dilakukan pemurnian terhadap ekstrak  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ , dengan informasi dari data spektroskopi IR dan GC/MS, diperkirakan senyawa yang telah diidentifikasi adalah 1-isomangostin dan garcimangoson B.

Kata Kunci : *Garcinia mangostana* L., xanton, aktivitas antioksidan, ekstrak n-heksan, ekstrak  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ , 1-isomangostin, garcimangoson B.  
xi+52 halaman ; 10 gambar; 2 tabel; 8 lampiran  
Daftar Pustaka : 36 (1947-2009)



## ABSTRACT

Name : Sopianita Lestari  
Study Program : Chemistry  
Title : Study of Antioxidant Activity and Identification of Xanthone Compound from Hulls Extract of *Garcinia mangostana* L.

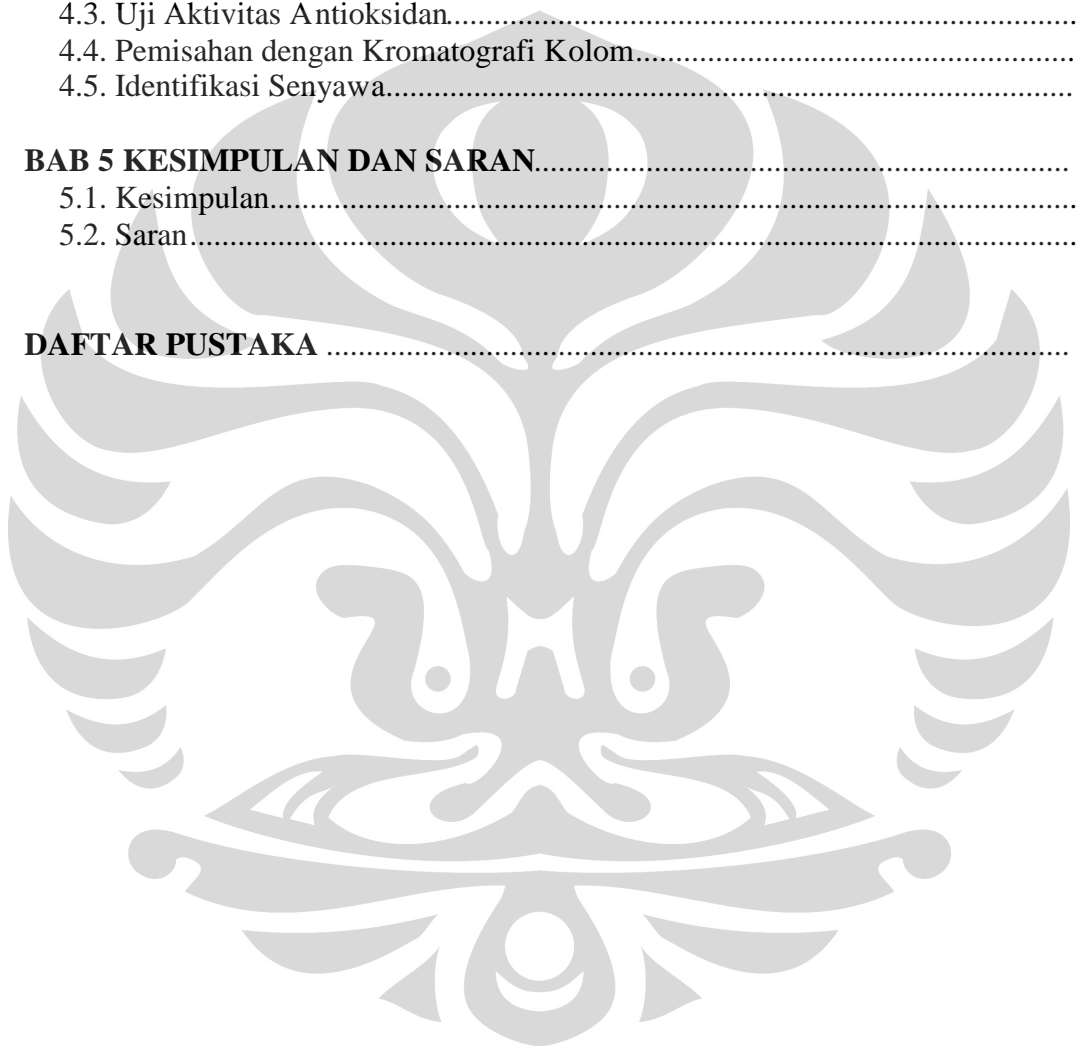
*Garcinia mangostana* L. (Commonly known as mangosteen) is a rich source of antioxidant compounds from xanthone group, has been used to treat various diseases and for dye shift. Maceration of dried mangosteen hulls produced crude extract, which is then dissolved into water and extracted with n-hexane, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, ethyl acetate and n-butanol, respectively. The antioxidant activity in hulls extracts of the mangosteen fruit in the solvent n-hexane, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, ethyl acetate, n-butanol and H<sub>2</sub>O is determined using DPPH method. n-hexane extract had the highest value of antioxidant activity with IC<sub>50</sub> (µg/mL) 17.7 (F1) and 16.64 (F2). After Purification of the CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> extract, and determined with IR spectroscopic and GC/MS data, it is estimated that the identified compounds are 1-isomangostin and garcimangosone B.

Keywords: *Garcinia mangostana* L., xanthone, antioxidant activity, n-hexane extract, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> extract, 1-isomangostin, garcimangosone B.  
xi + 52 pages: 10 figures; 2 tables; 8 appendix  
Bibliography: 36 (1947-2009)

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1.Latar Belakang.....	1
1.2.Perumusan Masalah .....	2
1.3.Tujuan Penelitian .....	2
<b>BAB 2 STUDI PUSTAKA .....</b>	<b>3</b>
2.1. Manggis (Garcinia Mangostana L.) .....	3
2.1.1. Taksonomi .....	5
2.1.2. Senyawa antioksidan golongan xanton.....	5
2.3. Antioksidan .....	9
2.4. Ekstraksi.....	10
2.5. Metode DPPH.....	11
2.6. Spektroskopi Sinar Tampak.....	13
2.6.1. Instrumentasi.....	13
2.7. Kromatografi Kolom.....	16
2.8. Kromatografi Gas.....	18
2.9. Spektrometri Massa.....	19
2.9.1. Instrumentasi.....	20
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	23
3.2. Bahan-bahan.....	23
3.2.1. Sampel tumbuhan.....	23
3.2.2. Bahan kimia.....	23
3.3. Peralatan.....	24
3.4. Cara Kerja.....	24
3.4.1. Persiapan sampel.....	24

3.4.2. Ekstraksi sampel.....	24
3.4.3. Uji aktivitas antioksidan.....	25
3.4.4. Pemisahan dengan kromatografi kolom.....	25
Skema Kerja .....	26
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>28</b>
4.1. Persiapan Sampel.....	28
4.2. Ekstraksi Sampel.....	29
4.3. Uji Aktivitas Antioksidan.....	30
4.4. Pemisahan dengan Kromatografi Kolom.....	32
4.5. Identifikasi Senyawa.....	33
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>37</b>
5.1. Kesimpulan.....	37
5.2. Saran.....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>38</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Buah manggis ( <i>Garcinia mangostana</i> L.).....	3
Gambar 2.2	Struktur kimia xanton.....	5
Gambar 2.3	Struktur senyawa-senyawa yang diisolasi dari kulit buah manggis...	7
Gambar 2.4	Reduksi DPPH dari senyawa peredam radikal bebas.....	12
Gambar 3.1	Skema ekstraksi buah manggis.....	26
Gambar 3.2	Skema uji antioksidan.....	27
Gambar 4.1	Bubuk kulit manggis kering.....	28
Gambar 4.2	Hasil suspensi fraksi 1 (kiri) dan suspensi fraksi 2 (kanan).....	29
Gambar 4.3	Dari kiri ke kanan secara berurutan hasil ekstraksi dengan n-heksana, diklorometan, etilasetat dan butanol pada fraksi 1.....	30
Gambar 4.4	Kromatografi kolom.....	32
Gambar 4.5	Hasil pemantauan dengan TLC fraksi 1-8 (kiri) dan 9-16 (kanan)....	32
Gambar 4.6	Kromatogram GC fraksi 9-12.....	33
Gambar 4.7	Spektrum MS untuk senyawa 1-isomangostin pada Rt 42.56 menit.	34
Gambar 4.8	Fragmentasi pada senyawa 1-isomangostin.....	34
Gambar 4.9	Spektrum MS untuk senyawa garcimangoson B pada Rt 34.51 menit .....	35
Gambar 4.10	Fragmentasi pada senyawa garcimangoson B.....	35

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1.	Perolehan ekstrak kering dari ekstraksi berbagai pelarut.....	29
Tabel 4.2.	IC <sub>50</sub> untuk setiap sampel ekstraksi berbagai pelarut.....	30

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Tabel Hasil Uji Antioksidan Fraksi 1.....	42
Lampiran 2	Lampiran 2 Tabel Hasil Uji Antioksidan Fraksi 2.....	43
Lampiran 3	Grafik Uji Aktivitas Antioksidan.....	44
Lampiran 4	Kromatogram GC/MS ekstrak n-heksana.....	48
Lampiran 5	Kromatogram GC/MS fraksi 9-12.....	49
Lampiran 6	Spektrum MS 1-isomangostin.....	50
Lampiran 7	Spektrum MS garcimangoson B.....	51
Lampiran 8	Spektrum IR.....	52

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan Negara tropis yang memiliki kekayaan jenis tanaman yang luar biasa. Tanaman-tanaman ini memiliki manfaat dan kegunaan yang beranekaragam, diantaranya yaitu buah-buahan. Seiring dengan kemajuan teknologi, pemanfaatan terhadap bahan-bahan yang terkandung dalam tanaman, diantaranya manggis semakin meluas.

Kebutuhan akan antioksidan menyebabkan banyak industri membuat produk makanan, minuman, suplemen ataupun obat-obatan dengan berbagai komposisi senyawa antioksidan alami. Oleh karena itu diperlukan suatu sumber alami terutama tumbuh-tumbuhan yang kaya akan senyawa antioksidan. Dalam hal ini buah manggis memenuhi kriteria tersebut terutama bagian kulit buahnya yang selama ini kurang pemanfaatannya selain sebagai pewarna kain. Sehingga perlu dilakukan penelitian terutama untuk melihat kemampuan atau kekuatan antoksidan yang dimiliki oleh senyawa antioksidan dalam kulit buah manggis tersebut.

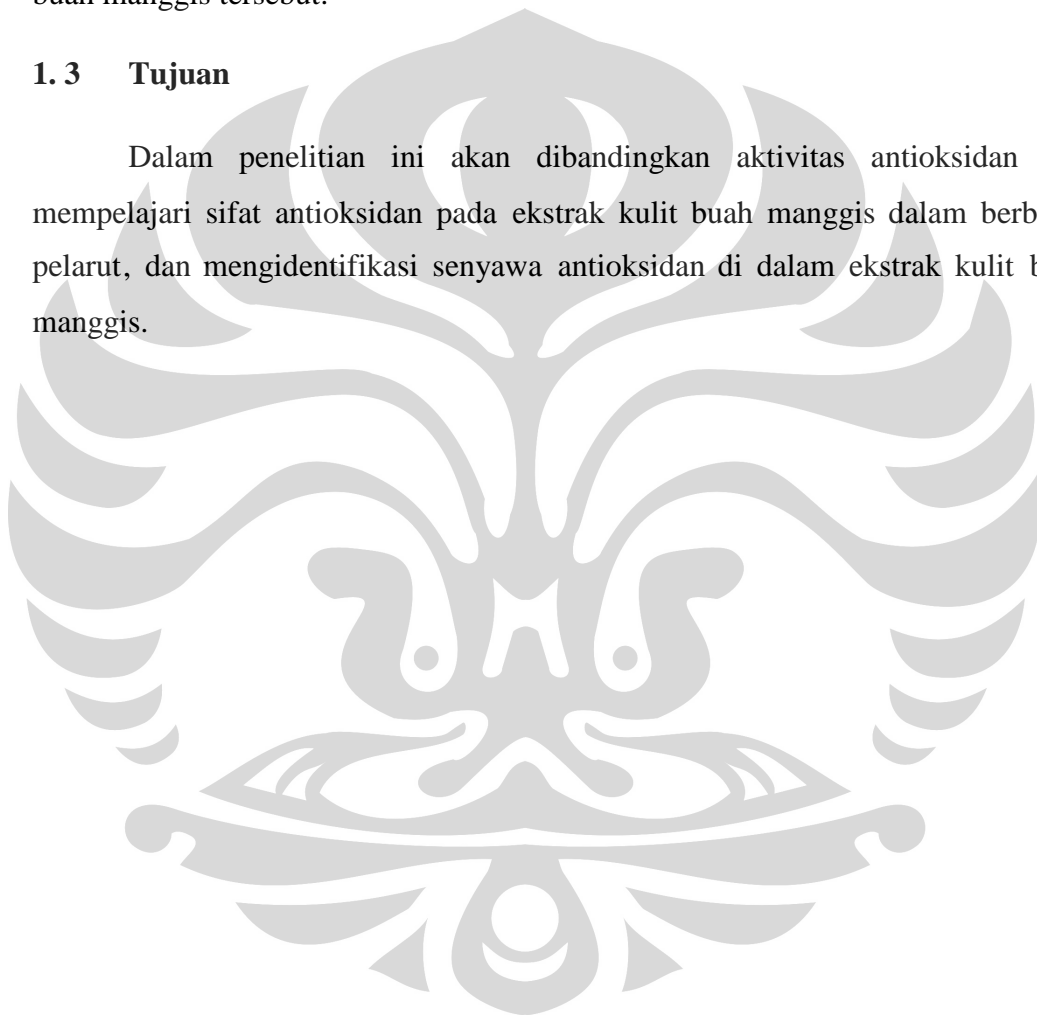
Buah manggis adalah sumber senyawa antioksidan golongan xanton yang paling melimpah, ditemukan lebih dari 40 senyawa xanton terdapat dalam buah ini. Golongan xanton adalah golongan senyawa antioksidan alami yang akhir-akhir ini mendapat perhatian dikalangan peneliti. Senyawa xanton dipercaya merupakan antioksidan yang memiliki sifat antioksidan yang sangat kuat. Hampir diseluruh bagian tanaman manggis terdapat senyawa xanton dan secara kolektif disebut mangostin, namun bagian yang paling banyak senyawa xanton terdapat dalam kulit buahnya.

## 1.2 Perumusan Masalah

Pada penelitian ini akan diekstrak senyawa antioksidan dari kulit buah manggis, kemudian diekstraksi kembali dengan lima pelarut (n-heksana, diklorometan, etil asetat, 1-butanol dan air). Oleh karena itu akan ditentukan ekstrak pelarut yang memiliki peranan besar terhadap sifat antioksidan dalam ekstrak kulit buah manggis dan senyawa yang terkandung di dalam ekstrak kulit buah manggis tersebut.

## 1.3 Tujuan

Dalam penelitian ini akan dibandingkan aktivitas antioksidan dan mempelajari sifat antioksidan pada ekstrak kulit buah manggis dalam berbagai pelarut, dan mengidentifikasi senyawa antioksidan di dalam ekstrak kulit buah manggis.



## BAB 2

### STUDI PUSTAKA

#### 2.1 Manggis (*Garcinia mangostana* L.)

Manggis merupakan tanaman buah yang berasal dari hutan tropis yang teduh di kawasan Asia Tenggara, yaitu hutan Malaysia dan Indonesia. Dari Asia Tenggara, tanaman ini menyebar ke daerah Amerika Tengah dan daerah tropis lainnya seperti Srilanka, Malagasi, Karibia, Hawaii dan Australia Utara. Di Indonesia manggis disebut dengan berbagai macam nama lokal seperti manggu (Jawa Barat), Manggus (Lampung), Manggusto (Sulawesi Utara), Manggista (Sumatera Barat).



**Gambar 2. 1** Buah manggis (*Garcinia mangostana* L.)

(Sumber: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Mangosteen.jpeg>)

Buah manggis dapat disajikan dalam bentuk segar, sebagai buah kaleng, dibuat sirop/sari buah. Secara tradisional buah manggis adalah obat sariawan, wasir dan luka. Kulit buah dimanfaatkan sebagai pewarna termasuk untuk tekstil dan air rebusannya dimanfaatkan sebagai obat tradisional. Batang pohon dipakai sebagai bahan bangunan, kayu bakar/ kerajinan.

Pada umumnya masyarakat hanya memakan bagian dalam buah manggis karena buahnya yang menyegarkan dan mengandung gula sakarosa, dekstrosa, dan levulosa. Komposisi bagian buah yang dimakan per 100 gram meliputi 79,2 gram air, 0,5 gram protein, 19,8 gram karbohidrat, 0,3 gram serat, 11 mg kalsium, 17 mg fosfor, 0,9 mg besi, 14 IU vitamin A, 66 mg vitamin C, vitamin B (tiamin) 0,09 mg, vitamin B<sub>2</sub> (riboflavin) 0,06 mg, dan vitamin B5 (niasin) 0,1 mg. Masyarakat Indonesia sangat jarang memanfaatkan kulit buahnya selain untuk mewarnai kain.

Kulit buah manggis banyak mengandung senyawa xanton, juga mengandung antosianin seperti *cyanidin-3-sophoroside*, dan *cyanidin-3-glucoside*. Senyawa tersebut berperan penting pada pewarnaan kulit manggis. Kulit buahnya mengandung senyawa pektin, tanin, dan resin yang dimanfaatkan untuk menyamak kulit dan sebagai zat pewarna hitam untuk makanan dan industri tekstil, sedangkan dan getah kuning dimanfaatkan sebagai bahan baku cat dan insektisida

Di Thailand buah manggis digunakan sebagai obat untuk infeksi kulit, luka dan diare selama bertahun-tahun. Di Malaysia, seduhan daun manggis dicampur dengan pisang muda dan sedikit kapur barus digunakan sebagai pengobat luka sunat. Manfaat bubuk kulit manggis yang dikeringkan di China dan India digunakan untuk mengobati disentri. Bahkan kulit manggis juga diolah menjadi salep untuk mengobati eksim dan penyakit kulit lainnya. Manfaat akar pohon manggis digunakan untuk mengatasi haid yang tidak teratur. Di Filipina, ekstrak kulit batang pohon manggis digunakan untuk mengatasi sariawan, diare, disentri dan nyeri perut.

Selain banyaknya manfaat yang dimiliki oleh senyawa xanton, dilaporkan juga toksisitas dari ekstrak daun muda terhadap mencit hamil dengan dosis 500, 1000, dan 1500 mg/kg BB menunjukkan efek pada fetus berupa penurunan berat badan, terjadinya perdarahan pada fetus, dan adanya perubahan jaringan hati fetus seperti nekrosis pada sel hepar, tetapi tidak terjadi kelainan perkembangan dan aborsi. Ekstrak daun manggis dengan berbagai dosis dapat mengurangi jumlah sel



spermatid, terjadi penambahan jumlah spermatozoa abnormal, dan lambatnya gerak maju spermatozoa menciit.

### 2. 1. 1 Taksonomi

Kerajaan/kingdom : Plantae

Divisi/division : Spermatophyta

Subdivisi/subdivision : Angiospermae

Kelas/class : Dicotyledonae

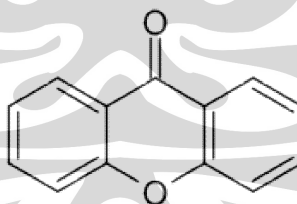
Keluarga/familia : Guttiferae

Marga/genus : *Garcinia*

Jenis/species : *Garcinia mangostana* L.

### 2. 1. 2 Senyawa Antioksidan Golongan Xanton

Struktur kimia dari bentuk xanton merupakan pusat dari berbagai senyawa organik alami seperti mangostin, yang terkadang secara kolektif disebut sebagai xanton. Lebih dari 200 xanton telah diidentifikasi.



**Gambar 2. 2** Struktur kimia xanton

Penelitian ilmiah tentang senyawa xanton pada buah manggis menunjukkan bahwa ada lebih dari 40 senyawa xanton ada dalam buah eksotis ini. Sejumlah penelitian xanton pada manggis mulai tumbuh di tahun 1970-an. Selanjutnya tahun 1980-an, ada lebih banyak lagi penelitian yang dilakukan dan jurnal ilmiah yang diterbitkan.

Menurut hasil dari penelitian, ekstrak diklorometan dari getah batang pohon manggis yang berasal dari Indonesia memiliki aktivitas dalam melawan “gatekeeper” HT-29 sel kanker kolon pada manusia dengan nilai ED50 1.6  $\mu\text{g/mL}$ . Ekstrak ini juga menghambat aktivasi p50 dan p65 dengan nilai inhibisi secara berurutan sebesar 57% dan 67% pada dosis 50  $\mu\text{g/mL}$ , berdasarkan uji *ELISA NF- $\kappa$ B (nuclear factor-kappaB)*. (Han *et al*, 2009)

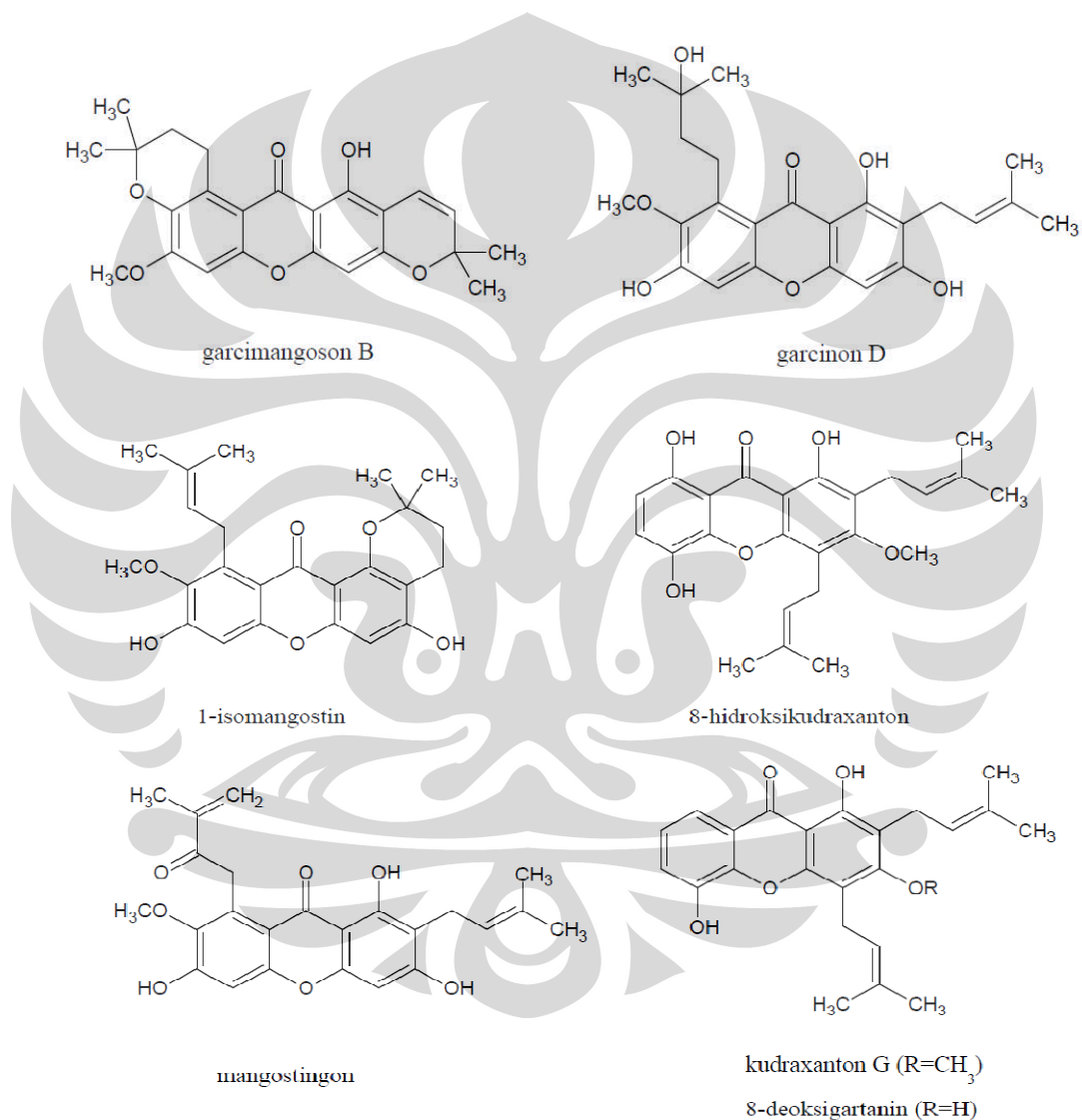
Penelitian Yukihiro Akao dari Institut Bioteknologi Gifu, Jepang, yang dipublikasikan pada Maret 2008 menyebut xanton dalam kulit manggis efektif mengatasi sel kanker. Menurutnya,  $\alpha$ -mangostin membunuh sel kanker dengan mekanisme apoptosis. Secara sederhana apoptosis berarti bunuh diri sel. Senyawa  $\alpha$ -mangostin memaksa sel memuntahkan cairan dalam mitokondria sehingga sel kanker mati.

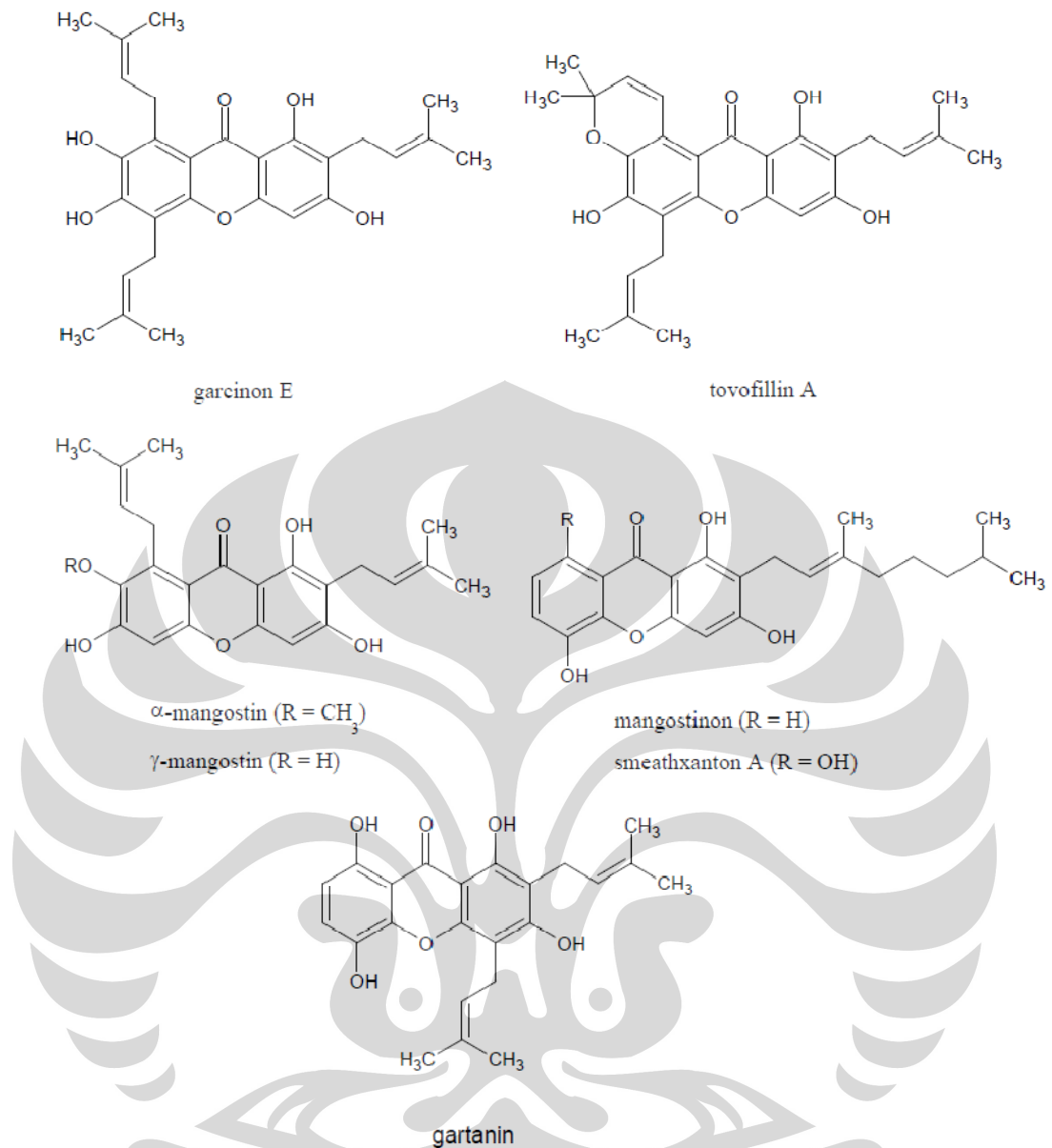
Sama halnya dengan hasil penelitian Matsumoto dkk. diketahui bahwa  $\alpha$ -mangostin (1,3,6-trihidroksi-7-metoksi-2,8-bis(3metil-2-butenil)-9H-xanten-9-on) memiliki kemampuan untuk menginduksi secara sempurna proses apoptosis sel leukemia pada dosis 10  $\mu\text{M}$  (2003). Selain itu  $\alpha$ -mangostin juga dilaporkan sebagai zat anti mycobakteri terhadap *Mycobacterium tuberculosis* dengan dosis minimum 6.25  $\mu\text{g/mL}$ . Baru-baru ini metode sintesis  $\alpha$ -mangostin telah dipelajari oleh Likubo dkk. (2002) dan Hamada dkk. (2003). Dari hasil studi farmakologi dan biokimia dapat diketahui bahwa alfa mangostin secara kompetitif menghambat tidak hanya reseptor histamin H, mediator kontraksi otot lunak tetapi juga epiramin yang membangun tempat reseptor H1 pada sel otot lunak secara utuh.

Menurut berbagai penelitian, mangostin berperan dalam pengobatan pada peradangan (Nakatani, 2004), kanker payudara (Moongkarnd *et al*, 2004), kanker hati (Ho, Huang & Chen, 2002), alergi/asma (Nakatani *et al*, 2002), tuberculosis (Suksamrarn *et al*, n.d.), sistem syaraf pusat (Chairungsrilerd *et al*, 1998), dan human immunodeficiency virus (HIV) (Chen, Wan & Loh, 1996). Beberapa penelitian tambahan menunjukkan mangostin memiliki sifat anti bakterial (Chanarat *et al*, 1997), anti fungal (Gopalakrishnan, Banumathi & Suresh, 1997) dan anti viral. Xanton telah terbukti memiliki sifat obat yang membantu

mempertahankan sistem kekebalan, mendukung keseimbangan mikrobiologi dan kesehatan mental yang positif, dan meningkatkan fleksibilitas sendi.

Buah manggis mengandung seluruh antioksidan kuat, tetapi sebagian besar ditemukan pada kulit buah. Berikut adalah beberapa xanton yang menjadi subjek penelitian oleh peneliti xanton pada manggis:





**Gambar 2. 3** Struktur senyawa-senyawa yang diisolasi dari kulit buah manggis.

### 2.3 Antioksidan

Antioksidan adalah senyawa kimia yang mampu menghambat oksidasi senyawa lain. Oksidasi adalah reaksi kimia yang mentransfer elektron dari suatu zat ke suatu agen oksidator. Reaksi oksidasi dapat menghasilkan radikal bebas. Selanjutnya, radikal tersebut dapat memicu reaksi berantai yang merusak sel. Antioksidan menghentikan reaksi berantai dengan menghilangkan intermediet radikal bebas, dan menghambat reaksi oksidasi lainnya. Hal-hal tersebut dilakukan dengan membiarkan diri antioksidan itu sendiri yang teroksidasi, sehingga antioksidan sering kali merupakan agen-agen pereduksi seperti tiol, asam askorbat atau polifenol (Sies, 1997).

Meskipun reaksi oksidasi sangat penting bagi kehidupan, namun reaksi oksidasi juga dapat merusak, maka hewan dan tumbuhan membangun sistem rumit yang terdiri dari beberapa jenis antioksidan, seperti glutathione, vitamin C, dan vitamin E serta enzim seperti katalase, superoksida dismutase dan berbagai peroksidase. Rendahnya tingkat antioksidan atau penghambatan pada enzim antioksidan dapat menyebabkan stres oksidatif dan dapat merusak atau membunuh sel-sel.

Seperti stres oksidatif yang mungkin merupakan bagian penting dari berbagai penyakit manusia, penggunaan antioksidan dalam farmakologi dipelajari secara intensif, terutama sebagai obat untuk penyakit stroke dan neurodegenerative. Namun, tidak diketahui apakah stres oksidatif adalah penyebab atau akibat dari suatu penyakit.

Antioksidan secara luas digunakan sebagai bahan dalam suplemen dengan harapan dapat menjaga kesehatan dan mencegah penyakit seperti kanker, jantung koroner dan penyakit lainnya. Meskipun studi awal menunjukkan bahwa suplemen antioksidan bisa meningkatkan kesehatan, namun sebagian besar uji klinis dikemudian hari menyatakan bahwa mengkonsumsi suplemen secara berlebihan tidak membawa manfaat apapun dan bahkan dapat membahayakan kesehatan (Baillie *et al*, 2009 dan Bjelakovic *et al*, 2007). Selain dunia kedokteran, penggunaan antioksidan alami juga dilakukan oleh banyak industri,

seperti pengawet dalam makanan dan kosmetik, serta untuk mencegah degradasi pada karet dan bensin.

## 2.4 Ekstraksi

Saat menambahkan zat terlarut A ke dalam campuran dua pelarut yang tidak saling bercampur, kemana zat akan terlarut? Hal ini tergantung pada sifat dari A dan masing-masing pelarut. A mungkin banyak ditemukan di satu fasa atau fasa yang lain, atau mungkin di keduanya. Secara umum, zat terlarut seperti A akan didistribusikan, atau dipartisi antara kedua fasa yang tersedia. Sebuah kesetimbangan distribusi akan tercapai, dan konstanta kesetimbangan untuk proses ini disebut koefisien distribusi, atau koefisien partisi. Jika kita mengasumsikan air yang merupakan salah satu pelarut, dan yang lain pelarut organik, koefisien distribusi dirumuskan:

$$K_{\text{org/air}} = [A]_{\text{org}} / [A]_{\text{air}} \quad (2.1)$$

Koefisien distribusi adalah ukuran kecenderungan untuk zat terlarut berada dalam satu fasa dibandingkan yang fasa lainnya dan sama dengan rasio kelarutan untuk A dalam pelarut masing-masing. Jadi, jika A jauh lebih mudah larut dalam air daripada dalam pelarut organik, koefisien distribusi akan menjadi kecil ( $<1$ ), sementara koefisien distribusi besar menyiratkan bahwa A jauh lebih mudah larut dalam organik daripada dalam air. Harus dicatat bahwa koefisien distribusi adalah konsentrasi pada setiap fasa tertentu, sehingga kuantitas A yang ditemukan dalam setiap tahap juga akan bergantung pada volume pelarut yang terlibat (Bunnelle, Meyer, & Glaser, n.d.).

Senyawa dengan koefisien distribusi sangat besar (misalnya,  $> 20$ ) atau sangat kecil ( $<0.05$ ), maka senyawa akan ditemukan hampir seluruhnya di salah satu fasa. Sebaliknya, untuk senyawa dengan nilai koefisien distribusinya menengah, perbedaan antara fasa tidak begitu jelas. Jumlah senyawa yang ditemukan pada setiap fasa akan sama signifikannya. Hal ini menimbulkan pertanyaan tentang efisiensi ekstraksi. Misalkan kita mulai dengan larutan suatu

senyawa dalam air ingin kita ekstrak ke dalam eter yang jumlahnya telah ditetapkan. Ada dua cara yang mungkin untuk mengekstraksi senyawa tersebut, menggunakan semua eter dalam satu kali ekstraksi atau melakukan beberapa kali ekstraksi dengan menggunakan volume eter yang lebih kecil (membagi volume eter ke dalam beberapa bagian). Jika untuk A,  $K_{eter/air} = 4$  dan volume pelarut organik untuk ekstraksi adalah 100 mL, maka untuk sekali ekstraksi dengan volume 100 mL diperoleh 80% A dan untuk 2 kali ekstraksi dengan volume tiap ekstraksi 50 mL diperoleh 89% A, maka dengan ini terlihat bahwa cara yang terakhir lebih efisien dari yang pertama. Tentu saja, ada batas seberapa banyak ekstraksi dapat dilakukan untuk mencapai efisiensi yang baik sehingga tidak ada usaha yang berlebihan atau sia-sia. Dua hingga empat kali ekstraksi merupakan pilihan yang baik untuk ekstraksi.

## 2.5 Metode DPPH

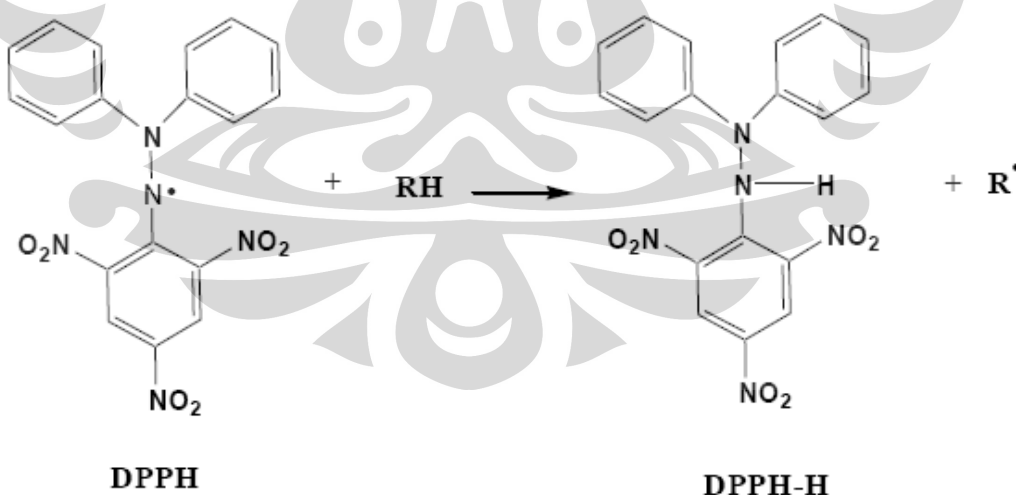
Radikal bebas dapat menyerang molekul hidup yang penting seperti DNA dan lipid membran dan berperan dalam patologi berbagai penyakit kronis (Young dan Woodside, 2001). Bukti menunjukkan hubungan terbalik antara asupan antioksidan makanan dan risiko penyakit kronis seperti penyakit jantung koroner, kanker, dan beberapa masalah kesehatan lainnya yang terkait dengan penuaan (Hertog et al, 1993; Bloks, Patterson, & Subar, 1992; Steinmetz dan Potter, 1996). Hal ini memotivasi pengembangan dan penemuan senyawa-senyawa antioksidan baru, baik dari alam maupun sintesis. Senyawa-senyawa antioksidan ini harus dievaluasi terlebih dahulu sifat atau aktivitas antioksidannya dengan berbagai metode uji aktivitas antioksidan, diantaranya adalah metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil).

Metode DPPH merupakan metode *colorimetric* yang mudah digunakan dan valid untuk mengevaluasi sifat antioksidan. Metode ini telah berhasil dimanfaatkan untuk mempelajari sifat antioksidan dari kulit dan biji gandum (Zhou, Yin, & Yu, 2005), sayur-sayuran, asam linoleat terkonjugasi (Yu, 2001), tanaman herbal, minyak biji-bijian (Parry et al, 2005), dan tepung dalam beberapa

sistem pelarut yang berbeda-beda termasuk etanol, larutan aseton, metanol, larutan alkohol, dan benzena (Prior, Wu, & Schaich, 2005; Huang, Ou, & Prior, 2005).

Metode DPPH didasarkan pada kemampuan antioksidan untuk menghambat radikal bebas dengan mendonorkan atom hidrogen. Uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH menggunakan 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) sebagai radikal bebas. Prinsipnya adalah reaksi penangkapan hidrogen oleh DPPH dari senyawa antioksidan, misalnya troloks, yang mengubahnya menjadi 1,1-difenil-2-pikrilhidrazin. Perubahan warna ungu DPPH menjadi ungu kemerahan dimanfaatkan untuk mengetahui aktivitas senyawa antioksidan. Metode ini juga menggunakan kontrol positif sebagai pembanding untuk mengetahui aktivitas antioksidan kontrol positif yang biasa digunakan adalah tokoferol, BHT, dan vitamin C.

Perubahan warna pada DPPH terjadi karena adanya senyawa yang dapat memberikan radikal hidrogen kepada radikal DPPH sehingga tereduksi menjadi DPPH-H (1,1-difenil-2-pikrilhidrazin). Reaksi reduksi DPPH dapat dilihat berikut ini:



**Gambar 2. 4** Reduksi DPPH dari senyawa peredam radikal bebas (Prakash *et al*, 2001).



## 2.6 Spektrometri Sinar Tampak

Spektrometri sinar tampak adalah teknik yang digunakan untuk menentukan jumlah atau konsentrasi suatu senyawa yang menyerap panjang gelombang pada daerah sinar tampak dalam suatu campuran. Dasar dari pengukuran kuantitatif dalam spektrometri adalah mengukur intensitas radiasi yang diabsorpsi atau ditransmisikan oleh suatu materi yang diradiasi dengan gelombang elektromagnetik pada daerah sinar tampak. Persen intensitas energi yang diabsorpsi sebanding dengan banyaknya partikel yang mengabsorpsi gelombang elektromagnetik yang mengenai suatu materi (sampel) dan energi yang tidak diabsorpsi akan ditransmisikan. Hal ini sesuai dengan hukum Lambert-Beer:

$$A = \epsilon bC$$

Dimana: A = intensitas radiasi yang diserap sampel (absorbansi),  $\epsilon$  = absorpsifitas molar atau disebut juga koefisien molar *extinction*, C = konsentrasi sampel, b = lebar kuvet (biasanya 1 cm). C = konsentrasi sampel

Dalam prakteknya hukum ini dapat digunakan dengan hasil yang baik asalkan dipenuhi beberapa persyaratan:

1. Sinar radiasi yang digunakan harus monokromatis.
2. Energi radiasi yang diabsorpsi oleh sampel tidak menimbulkan reaksi kimia, jadi proses yang terjadi hanya absorpsi.
3. Sampel (larutan) yang mengabsorpsi harus homogen.
4. Tidak terjadi Fluoresensi atau Fosforesensi.
5. Indeks refraksi tidak berpengaruh terhadap konsentrasi, jadi larutan tidak pekat (harus encer).

### 2.6.1 Instrumentasi

Secara prinsip instrumentasi ini terdiri dari peralatan optik, mekanik dan elektronik yang terpadu sehingga dapat mengamati spektrum dari daerah sinar tampak. Bagian-bagian dari spektrometer sinar tampak antara lain:

## 1. Sumber radiasi

Sumber radiasi adalah material yang dapat tereksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi ketika diberi potensial listrik. Pada saat kembali ke keadaan energi dasarnya material tersebut mengemisikan photon dengan sifat-sifat yang tertentu atau daerah panjang gelombang yang tertentu, dalam hal ini adalah panjang gelombang di daerah sinar tampak.

Sumber radiasi di daerah visible (sinar tampak) dapat diperoleh dari emisi radiasi yang dihasilkan oleh kawat Tungsten (Wolfram) yang diletakkan dalam bola dari bahan gelas yang hampa udara (vakum). Jika kawat tungsten ini dialiri arus listrik maka aliran elektron akan bertumbukan dengan elektron-elektron yang ada didalam atom-atom Tungsten, sehingga elektron-elektron tersebut tereksitasi, ketika kembali ke keadaan dasarnya elektron-elektron ini akan mengemisikan cahaya dengan intensitas yang kuat didaerah sinar tampak yaitu antara 350 nm sampai dengan 2500 nm.

## 2. Monokromator

Didalam teknik spektroskopi sumber radiasi yang digunakan harus bersifat kontinyu dan memiliki daerah panjang gelombang yang luas. Tetapi bagaimanapun juga radiasi yang mengenai sampel haruslah mempunyai panjang gelombang yang sesempit mungkin atau monokromatis. Hal ini diperlukan sebab:

1. Radiasi yang monokromatis menyebabkan resolusi (selektifitas) absorpsinya sangat baik, artinya hanya zat-zat tertentu saja yang dapat mengabsorpsi pada panjang gelombang tertentu yang digunakan, sedangkan zat-zat lain tidak dapat mengabsorpsi karena panjang gelombangnya tidak sesuai.
2. Pada panjang gelombang yang monokromatis, absorpsi oleh sampel menjadi maksimum sehingga sensitifitas alat menjadi bertambah besar.
3. Jika panjang gelombang monokromatis, maka secara kuantitatif dapat mengikuti hukum Lambert-Beer dengan baik sehingga kesalahan pengukuran menjadi minimum.

Untuk mendapatkan sumber radiasi dengan daerah panjang gelombangnya yang sempit, dapat digunakan beberapa alat monokromator yaitu:

a. Prisma

Prisma adalah material transparan yang berbentuk prisma dan terbuat dari bahan yang tidak mengabsorpsi cahaya pada daerah panjang gelombang yang digunakan. Jika berkas cahaya polikromatis jatuh ke salah satu permukaannya akan melewati bagian dalam prisma dan dibiaskan dengan sudut yang berbeda sesuai dengan panjang gelombang masing-masing cahaya. Berkas cahaya yang telah diuraikan ini akan keluar dari prisma melalui permukaan yang lain. Dengan mengatur sudut kedudukan prisma terhadap datangnya berkas cahaya, maka panjang gelombang yang diinginkan dapat dipilih.

b. *Grating* (kisi difraksi)

Kisi defraksi adalah sebuah pelat transparan yang pada permukaannya terdapat garis-garis sejajar dengan jumlah antara 300 sampai dengan 3000 garis / mm untuk daerah Ultra violet dan sinar tampak. Penguraian cahaya dapat terjadi karena adanya interferensi gelombang cahaya yang melewati kisi-kisi (celah) pada kisi defraksi tersebut.

### 3. Tempat sampel

Sampel yang dianalisis dengan spektrometer harus ditempatkan dalam suatu wadah khusus yang biasa disebut sebagai *sel* atau kuvet. Tempat sampel harus terbuat dari bahan yang tidak mengabsorpsi radiasi pada daerah panjang gelombang sinar tampak. Untuk daerah sinar tampak, tempat sampel dibuat dari gelas *borosilikat* atau *pyrex*, tetapi akan lebih baik jika menggunakan kwarsa.

### 4. Detektor

Detektor adalah material yang dapat mengabsorpsi energi dari photon dan dapat mengubahnya menjadi bentuk lain secara kuantitatif yang kemudian dinyatakan dengan meter penyimpang atau angka-angka digital atau pergeseran

pena pada pencatat (rekorder). Syarat-syarat yang diperlukan oleh detektor yang baik ialah :

1. Sensitivitasnya tinggi, artinya Noisalnya rendah, dan dapat mendeteksi radiasi yang energinya sangat kecil.
2. Waktu responnya singkat (waktu yang diperlukan mulai menerima radiasi dan mengubahnya menjadi sinyal)
3. Stabil dalam waktu yang lama.
4. Sinyal yang dihasilkan mudah diubah dalam bentuk elektronik sehingga mudah dibaca.

Biasanya detektor pada spectrometer sinar tampak sama dengan detektor pada UV-Vis (UV-sinar tampak), yaitu:

- *Phototube*
- *Photomultiplier*
- *Silikon Photo Diode*
- *Photovoltaic Cell*
- *Diode Array*

## 2.7 Kromatografi Kolom

Kromatografi adalah istilah untuk sekelompok teknik laboratorium yang digunakan untuk memisahkan campuran. Kromatografi kolom adalah metode yang digunakan untuk memurnikan suatu senyawa kimia dari campuran. Biasanya digunakan aplikasi *preparative* dari skala mikrogram hingga kilogram. Kolom kromatografi preparatif klasik, adalah sebuah tabung gelas dengan diameter dari 5 mm sampai 50 mm dan tinggi 50 cm sampai 1 m dengan keran di bagian bawah. Dua metode yang umumnya digunakan untuk menyiapkan kolom; metode kering, dan metode basah.

Metode kering, kolom pertama diisi dengan bubuk kering fasa diam, diikuti dengan penambahan fasa gerak, yang dialirkan melalui kolom sampai benar-benar basah, dan dari titik ini tidak pernah dibiarkan kering.

Metode basah, campuran yang dibuat dari eluen dan fase diam dipersiapkan, kemudian dengan hati-hati dituangkan ke dalam kolom. Harus dilakukan dengan hati-hati untuk menghindari gelembung udara. Suatu larutan organik diteteskan di atas fase diam. Lapisan ini biasanya ditutupi dengan lapisan tipis pasir atau kapas atau *glass wool* untuk melindungi lapisan organik dari kecepatan eluen yang baru ditambahkan. Eluen secara perlahan melewati kolom untuk mendorong bahan organik.

Setiap komponen yang ada ditahan oleh fasa diam dengan kemampuan berbeda-beda dan terpisah satu sama lain saat mereka mengalir dengan kecepatan yang berbeda melalui kolom bersama dengan eluen. Pada akhir kolom mereka mengelusi satu per satu. Selama proses kromatografi seluruh eluen dikumpulkan dalam serangkaian fraksi. Komposisi aliran eluen dapat dipantau dan setiap fraksi dianalisis senyawa yang terlarut di dalamnya, misalnya dengan kromatografi analitis, serapan UV, atau fluoresensi. Senyawa berwarna (atau senyawa yang berfluoresensi dengan bantuan sebuah lampu UV) dapat dilihat melalui dinding kaca seperti pita yang bergerak.

Fasa diam atau adsorben dalam kromatografi kolom berupa padatan. Fase diam yang paling umum untuk kromatografi kolom adalah silika gel, kemudian alumina. Selulosa bubuk di masa lalu sering digunakan. Dapat juga menggunakan kromatografi penukar ion, kromatografi fase terbalik (RP), kromatografi afinitas atau *expanded bed adsorption* (EBA). Fase diam biasanya berupa bubuk tanah atau gel yang halus dan/atau mikroporous untuk meningkatkan permukaannya.

Fasa gerak atau eluen adalah salah satu campuran pelarut murni atau pelarut yang berbeda. Hal ini dipilih sehingga nilai faktor retensi senyawa yang diinginkan kira-kira sekitar 0,2-0,3 dalam rangka untuk meminimalkan waktu dan jumlah eluen untuk mengoperasikan kromatografi. Eluen dipilih secara selektif sehingga senyawa yang berbeda dapat dipisahkan secara efektif. Penggunaan eluen ini dioptimalkan menggunakan tes skala kecil, yaitu menggunakan kromatografi lapis tipis (KLT) dengan fase diam yang sama. Tingkat aliran eluen yang lebih cepat meminimalkan waktu yang dibutuhkan untuk mengoperasikan kolom dan dengan demikian meminimalkan difusi, sehingga pemisahan lebih

baik. Sebuah kolom laboratorium sederhana kecepatan alirannya ditentukan oleh gaya gravitasi. Tingkat aliran pada kolom dapat ditingkatkan dengan memperpanjang kolom yang diisi eluen segar di atas fase diam atau dikurangi dengan mengatur aliran pada keran. Tingkat aliran yang lebih baik dapat dicapai dengan menggunakan pompa atau dengan menggunakan gas yang dikompresi (misalnya udara, nitrogen, atau argon) untuk mendorong pelarut melalui kolom (flash kromatografi kolom).

Ukuran partikel fasa diam umumnya lebih kecil/halus dalam flash kromatografi kolom daripada kromatografi kolom gravitasi. Sebagai contoh, salah satu ukuran yang paling banyak digunakan pada teknik yang lama adalah silika gel 230-400 mesh (40 – 63  $\mu\text{m}$ ), sedangkan teknik terbaru biasanya membutuhkan ukuran silika gel 70 – 230 mesh (63 – 200  $\mu\text{m}$ ).

## 2.8 Kromatografi Gas

Kromatografi gas (GC), adalah jenis kromatografi yang umum digunakan dalam kimia analitik untuk memisahkan dan menganalisis senyawa yang dapat menguap tanpa dekomposisi. Pemisahan yang terjadi pada GC didasarkan pada perbedaan titik didih dan kepolaran senyawa-senyawa dalam sampel. Kegunaan GC termasuk untuk pengujian kemurnian zat tertentu, atau memisahkan komponen yang berbeda dari campuran (jumlah relatif komponen tersebut juga dapat ditentukan). Dalam beberapa situasi, GC dapat membantu dalam mengidentifikasi suatu senyawa. Dalam kromatografi preparatif, GC dapat digunakan untuk mempersiapkan senyawa murni dari campuran (Pavia *et al*, 2006).

Dalam kromatografi gas, fasa gerak adalah gas pembawa, biasanya suatu gas inert seperti helium atau gas yang tidak reaktif seperti nitrogen. Fasa diam adalah lapisan mikroskopis cairan atau polimer pada padatan dukungan yang inert, di dalam sepotong kaca atau pipa logam yang disebut kolom. Senyawa gas yang dianalisis berinteraksi dengan dinding kolom, yang dilapisi dengan fasa diam yang berbeda. Hal ini menyebabkan setiap senyawa terelusi pada waktu

yang berbeda-beda, yang dikenal sebagai waktu retensi dari senyawa tersebut. Perbandingan waktu retensilah yang membuat GC berguna secara analitis.

Kromatografi gas pada prinsipnya sama dengan kromatografi kolom (dan juga bentuk kromatografi yang lain, seperti HPLC, TLC), namun memiliki beberapa perbedaan penting. Pertama, proses pemisahan senyawa-senyawa dalam campuran adalah dilakukan antara fasa diam cair dan fasa bergerak gas, sedangkan pada kromatografi kolom fasa diam berupa padatan dan fasa bergerak cair. (Oleh karena itu nama lengkap dari prosedur ini adalah "*Gas-liquid chromatography*", mengacu pada fasa gerak dan fasa diam masing-masing.) Kedua, kolom yang disambungkan dengan fasa gas ditempatkan di dalam oven sehingga temperatur gas dapat dikendalikan, sedangkan kromatografi kolom (biasanya) tidak memiliki kontrol suhu seperti itu. Ketiga, konsentrasi senyawa dalam fase gas adalah semata-mata fungsi dari tekanan uap gas (Pavia *et al*, 2006).

## 2.9 Spektrometri Massa

Spektrometri massa (MS) adalah suatu teknik analitis yang mengukur perbandingan massa terhadap muatan dari partikel bermuatan (Sparkman, 2000). Teknik ini digunakan untuk menentukan massa partikel, untuk menentukan komposisi unsur dari suatu sampel atau molekul, dan untuk menjelaskan struktur kimia suatu molekul, seperti peptida dan senyawa kimia lainnya. Prinsip MS terdiri dari ionisasi senyawa kimia untuk menghasilkan molekul bermuatan atau fragmen molekul dan pengukuran rasio massa terhadap muatan (Sparkman, 2000). Prosedur pada MS:

1. Sampel disuntikan ke dalam instrumen MS, dan mengalami penguapan
2. Komponen sampel yang terionisasi oleh salah satu dari berbagai metode pada MS (misalnya, dengan mempengaruhi mereka dengan berkas elektron), yang menghasilkan pembentukan partikel-partikel bermuatan (ion)
3. Ion-ion dipisahkan menurut rasio massa terhadap muatan mereka dalam sebuah *analyzer* oleh medan elektromagnetik

4. Ion-ion kemudian dideteksi oleh detektor, biasanya dengan metode kuantitatif
5. Sinyal ion diolah menjadi spektrum massa

Instrumen MS terdiri dari tiga modul:

- Sebuah sumber ion, yang dapat mengkonversi molekul fasa gas sampel menjadi ion (atau, dalam kasus *electrospray ionization*, memindahkan ion yang ada dalam larutan ke dalam fase gas).
- Suatu alat analisis massa, yang memilah macam-macam ion berdasarkan massa mereka dengan menggunakan medan elektromagnetik
- Sebuah detektor, yang mengukur secara kuantitatif, dengan demikian tersedia data untuk menghitung kelimpahan setiap ion yang ada.

Teknik ini memiliki baik kegunaan kualitatif maupun kuantitatif. Hal ini termasuk mengidentifikasi senyawa-senyawa yang tidak diketahui, menentukan komposisi isotop suatu elemen dalam suatu molekul, dan menentukan struktur suatu senyawa dengan mengamati fragmentasinya. Manfaat lainnya termasuk kuantifikasi jumlah senyawa dalam sampel atau mempelajari dasar-dasar kimia ion fasa gas (kimia ion dan senyawa atau atom netral dalam ruang hampa). MS sekarang sangat umum digunakan di laboratorium analisis yang mempelajari sifat fisik, kimia, atau biologis dari berbagai macam senyawa.

## 2. 9. 2 Instrumentasi

Spektrometri massa memiliki tiga fungsi penting yang masing-masing berhubungan dengan tiga komponen penting pada instrumen ini, yaitu:

### 1. Teknologi sumber ion

Sumber ion adalah bagian dari spektrometer massa yang mengionisasi materi selama dianalisis (analit). Ion-ion ini kemudian diangkut oleh medan magnet atau listrik ke dalam *mass analyzer*. Teknik untuk ionisasi adalah kunci untuk menentukan sampel jenis apa yang dapat dianalisis dengan spektrometri massa. Ionisasi elektron dan ionisasi secara kimia digunakan untuk gas dan uap.



Pada sumber ionisasi secara kimia, analit terionisasi oleh reaksi-reaksi ion-molekul kimia selama tumbukan. Dua teknik yang sering digunakan untuk sampel biologis cair dan padat adalah *electrospray ionization* (diciptakan oleh John Fenn) dan *matrix-assisted laser desorption/ionization* (MALDI, dikembangkan oleh K. Tanaka dan secara terpisah oleh M. Karas dan F. Hillenkamp).

*Inductively coupled plasma* (ICP) digunakan terutama untuk analisis kation dari beragam jenis sampel. Dalam teknologi sumber ion jenis ini menggunakan 'api' plasma. Plasma biasanya dihasilkan dari gas argon, karena energi ionisasi pertama dari atom argon lebih tinggi dari energi ionisasi pertama unsur-unsur lain kecuali He, O, F dan Ne, tetapi lebih rendah daripada energi ionisasi kedua dari semua unsur kecuali logam yang paling elektropositif.

## **2. Teknologi penganalisa massa**

Penganalisa massa memisahkan ion menurut rasio perbandingan massa terhadap muatan mereka. Dua hukum yang mengatur dinamika partikel bermuatan dalam medan listrik dan magnet dalam ruang hampa adalah hukum gaya Lorentz dan hukum kedua Newton.

Ada banyak jenis penganalisa massa, baik menggunakan bidang statis atau dinamis, dan medan magnet atau listrik, namun semuanya bekerja sesuai dengan dua hukum di atas. Setiap jenis *analyzer* memiliki kelebihan dan kelemahan. Banyak spektrometer massa menggunakan dua atau lebih penganalisa massa untuk spektrometri massa tandem (MS/MS).

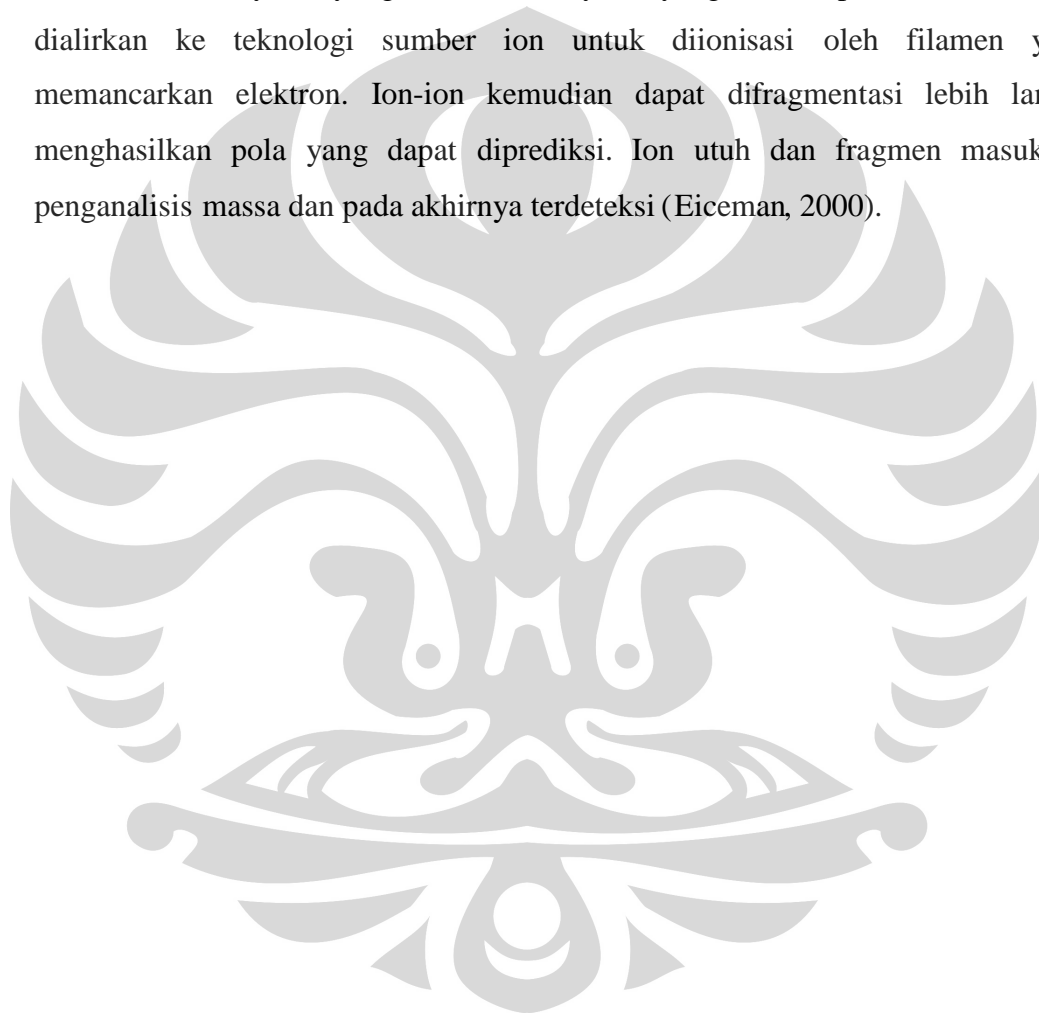
## **3. Detektor**

Elemen terakhir dari spektrometer massa adalah detektor. Detektor mencatat induksi muatan atau arus yang dihasilkan ketika ion melewati atau menumbuk permukaan. Dalam instrumen pemindai, sinyal diproduksi di detektor selama *scan* akan menghasilkan spektrum massa, ion dicatat sebagai fungsi dari  $m/Q$ . Biasanya, beberapa type *electron multiplier* yang digunakan, meskipun detektor lainnya termasuk detektor *Faraday cups* dan ion terhadap foton juga

digunakan. Detektor *microchannel plate* biasa digunakan dalam instrumen komersial modern.

#### **4. Kromatografi gas - spektrometri massa**

Kombinasi yang umum adalah kromatografi gas - spektrometri massa (GC/MS atau GC-MS). Dalam teknik ini, kromatografi gas digunakan untuk memisahkan senyawa yang berbeda. Senyawa yang telah dipisahkan kemudian dialirkan ke teknologi sumber ion untuk diionisasi oleh filamen yang memancarkan elektron. Ion-ion kemudian dapat difragmentasi lebih lanjut, menghasilkan pola yang dapat diprediksi. Ion utuh dan fragmen masuk ke penganalisis massa dan pada akhirnya terdeteksi (Eiceman, 2000).



## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Penelitian Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Depok. Penelitian dimulai bulan September hingga November 2010.

#### 3.2 Bahan-bahan

##### 3.2.1 Sampel tumbuhan

Sampel tumbuhan yang digunakan adalah buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) yang telah masak (kulit berwarna hitam) yang diperoleh dari pasar Kramatjati.

##### 3.2.2 Bahan kimia

- ✓ Etanol 96%
- ✓ n-heksana
- ✓ Diklorometan
- ✓ Metanol
- ✓ DPPH (2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil)
- ✓ Etil asetat
- ✓ 1-butanol
- ✓ Silika gel
- ✓ Aquades

### 3.3 Peralatan

- ✓ Alat-alat gelas
- ✓ Peralatan KLT
- ✓ Spektrofotometer UV-Vis
- ✓ Peralatan destilasi
- ✓ Timbangan analitis
- ✓ Kolom kromatografi
- ✓ GC/MS dan spektrometer FT-IR

### 3.4 Cara Kerja

#### 3.4.1 Persiapan sampel

Sebanyak 4 Kg buah manggis hanya diambil kulit buahnya saja, kemudian diiris tipis-tipis dan dikeringkan di udara terbuka selama 10 hari. Setelah kulit manggis kering, dihaluskan menjadi bubuk. Sejumlah bubuk kulit manggis kering diekstrak dengan maserasi menggunakan etanol 96% pada temperatur kamar selama tiga hari. Kemudian disaring dan pelarut diuapkan dengan didestilasi. Setelah diperoleh campuran ekstrak etanol kasar (padat), kemudian disuspensikan ke dalam air.

#### 3.4.2 Ekstraksi Sampel

Suspensi yang diperoleh kemudian diekstraksi secara berurutan menggunakan pelarut n-heksana,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ , etil asetat, dan 1-butanol masing-masing sebanyak yang dibutuhkan untuk memperoleh ekstrak kering yang terlarut dalam pelarut-pelarut tersebut termasuk yang larut air. Kemudian barulah diuji aktivitas antioksidan dari setiap ekstrak kering yang diperoleh.

### 3. 4. 3 Uji aktivitas Antioksidan

Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan terhadap ekstrak kering xanton dari kulit buah manggis dengan menggunakan metode *radical scavenger* terhadap DPPH (2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil). Sampel dengan konsentrasi 10 µg/mL, 25 µg/mL, 50 µg/mL atau 100 µg/mL, 500 µg/mL, 1000 µg/mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 4-5 mL DPPH 100 µM dalam metanol kemudian didiamkan selama 2-3 jam untuk menyempurnakan reaksi. Absorbansi DPPH ditentukan dengan spektrofotometer UV pada  $\lambda_{\max} = 515$  nm.

Aktivitas antioksidan diukur sebagai penurunan serapan larutan DPPH terhadap sampel. Nilai serapan larutan DPPH terhadap sampel disebut sebagai % inhibisi.

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{A_{\text{kontrol}} - A_{\text{sampel}}}{A_{\text{kontrol}}} \times 100\% \quad (3.1)$$

$A_{\text{kontrol}}$  = Absorbansi kontrol

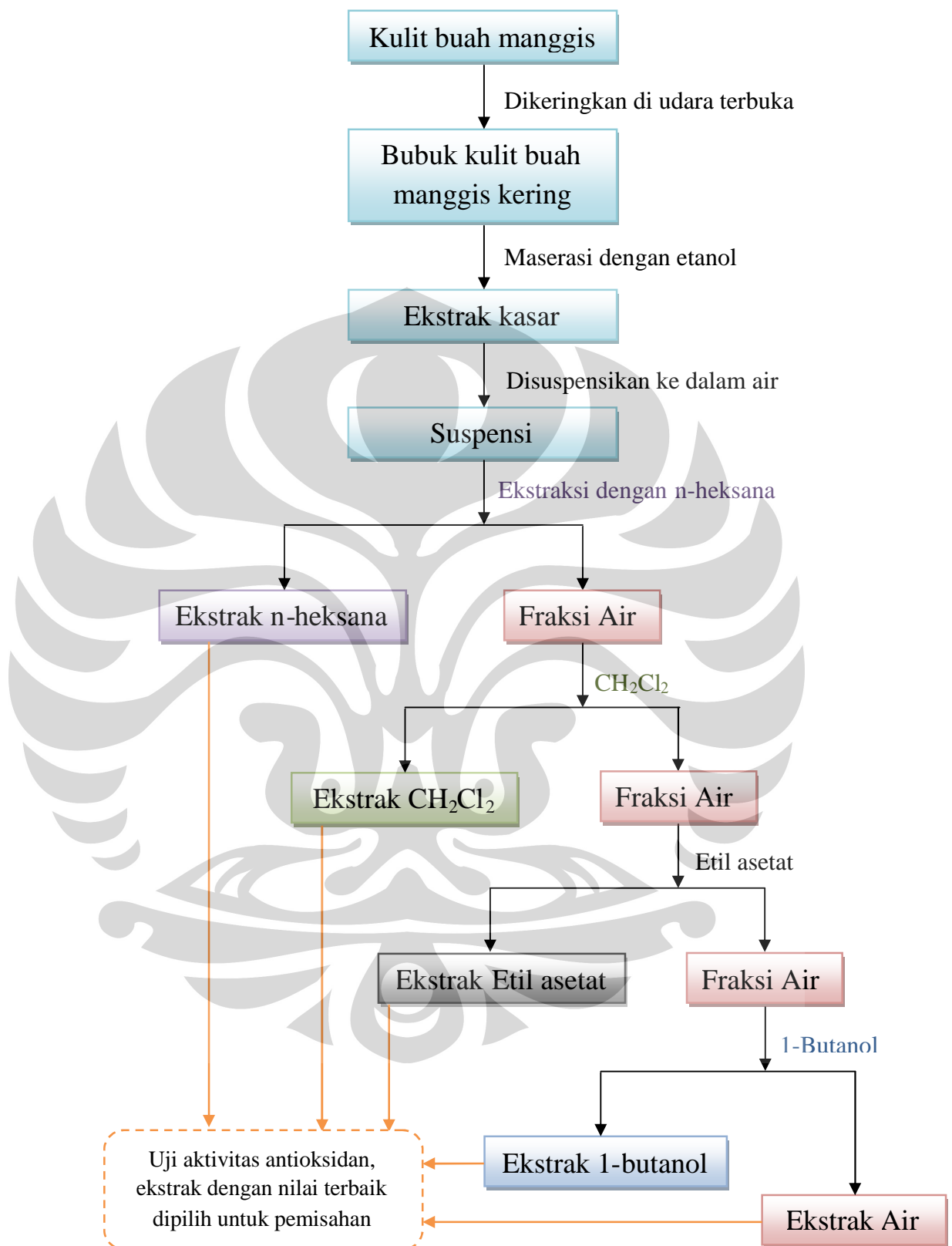
$A_{\text{sampel}}$  = Absorbansi sampel

Nilai ini kemudian dimasukkan kedalam persamaan linier ( $y = ax + b$ ) dengan konsentrasi µg/mL sebagai absis (x) dan nilai % inhibisi sebagai ordinatnya (y). Nilai  $IC_{50}$  didapatkan ketika nilai % inhibisi sebesar 50 %.

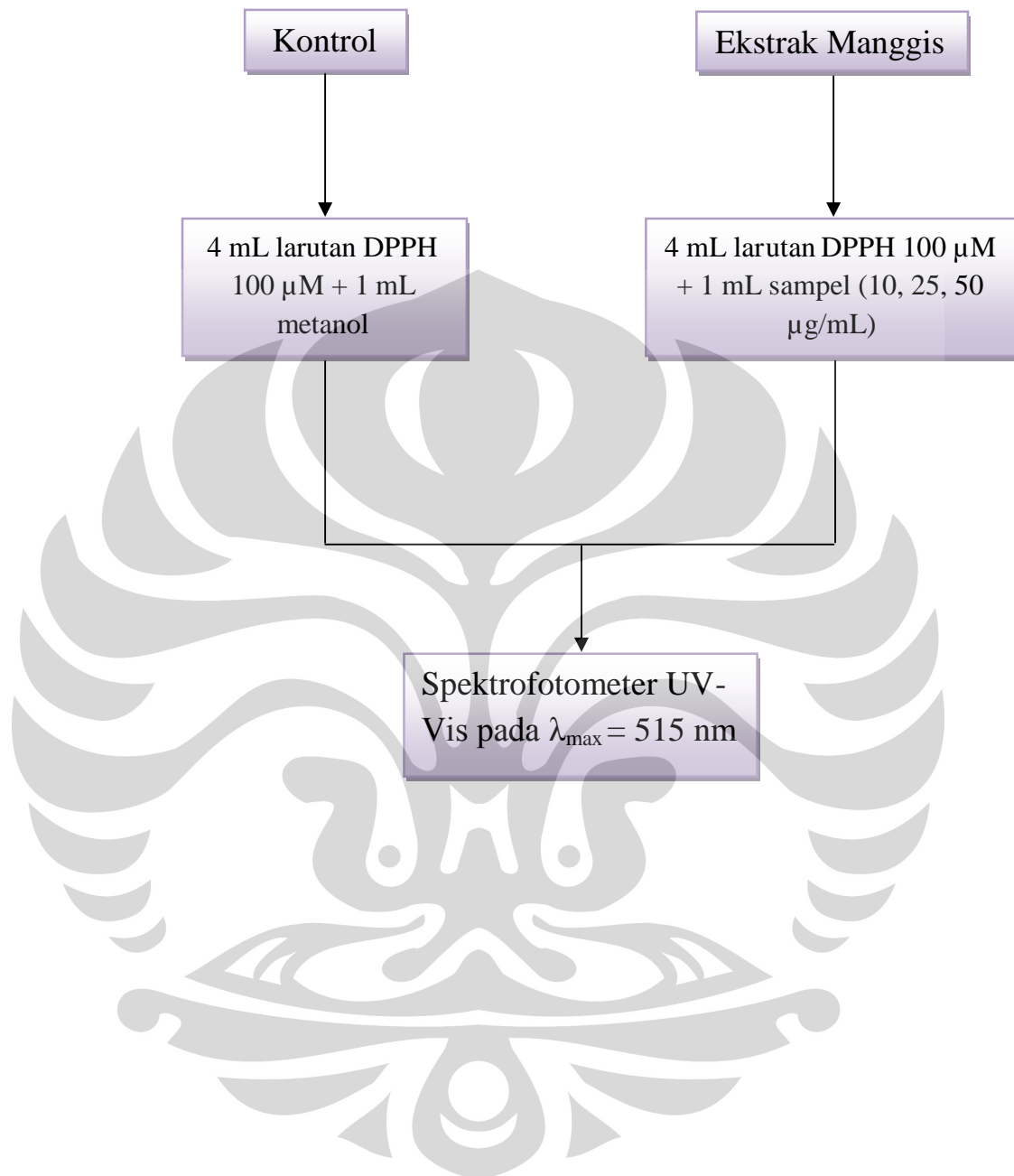
Pada sampel ekstrak kulit buah manggis, setelah diperoleh nilai  $IC_{50}$ , dipilih ekstrak yang memiliki nilai terbaik dan jumlah ekstrak yang mencukupi untuk kemudian dielusikan pada kolom kromatografi.

### 3. 4. 4 Pemisahan dengan Kromatografi Kolom

Ekstrak yang telah dipilih untuk pemisahan kemudian dielusi ke dalam kolom kromatografi untuk menghasilkan fraksi-fraksi tertentu. Kemudian setiap fraksi diuji menggunakan teknik kromatografi lapis tipis untuk melihat fraksi mana yang memiliki keseragaman  $R_f$  dan yang tidak, agar dapat dikelompokkan dan kemudian kandungan senyawa-senyawa yang terdapat di dalamnya diidentifikasi menggunakan spektroskopi IR dan GC/MS.



**Gambar 3. 1** Skema ekstraksi buah manggis



**Gambar 3. 2** Skema uji antioksidan

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Persiapan sampel

Pada penelitian kali ini digunakan kulit buah manggis sebagai sumber senyawa xanton. Sebanyak 4 Kg kulit manggis yang masih segar diiris kecil-kecil, kemudian dikeringkan di udara terbuka selama seminggu. Setelah kulit manggis kering kemudian dihaluskan menggunakan blender dan menghasilkan 0.5 Kg bubuk kulit manggis kering.



**Gambar 4.1** Bubuk kulit manggis kering

Bubuk manggis yang diperoleh kemudian dimaserasi menggunakan pelarut etanol 96 % sebanyak 1.5 L sehari semalam dan dilakukan berulang-ulang hingga pelarut mulai terlihat putih bening. Larutan hasil maserasi kemudian diuapkan pelarutnya menggunakan alat destilasi pada suhu 80°C, setelah larutan pekat (ditandai dengan semakin jarangya tetesan etanol hasil destilasi) penguapan pelarut dengan destilasi dihentikan. Kemudian larutan pekat didiamkan selama 48 jam.

Setelah 48 jam diperoleh endapan berwarna kuning dan larutan berwarna hitam pekat dibagian atas endapan. Endapan dan larutan dipisahkan dengan cara dekantasi, endapan berwarna kuning kemudian diberi label fraksi 1 dan larutan hitam pekat sebagai fraksi 2. Kedua fraksi kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 50°C hingga kering. Kemudian setelah kering masing-masing fraksi (fraksi 1 = 22.4 g dan fraksi 2 = 18.0 g) disuspensikan ke dalam air sebanyak 200 mL.





**Gambar 4. 2** Hasil suspensi fraksi 1 (kiri) dan suspensi fraksi 2 (kanan)

## 4. 2 Ekstraksi Sampel

Suspensi ekstrak kulit buah manggis dalam air, diekstraksi dengan pelarut n-heksana, diklorometan, etil asetat, dan 1-butanol secara berurutan untuk menghasilkan ekstrak kering n-heksana, diklorometan, etil asetat, 1-butanol, dan air. Hasil ekstraksi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.1 Perolehan ekstrak kering dari ekstraksi berbagai pelarut

Ekstrak kering	Fraksi 1		Fraksi 2	
	berat (gram)	%	berat (gram)	%
n-heksana	0.0911	0.41	0.0121	0.07
CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	12.6414	56.43	3.636	20.2
Etil asetat	4.4644	19.93	1.951	10.84
1-butanol	4.5102	20.13	8.8001	48.88
H <sub>2</sub> O	0.6129	2.74	3.5208	19.56

Seperti yang terlihat pada tabel bahwa ekstrak yang paling banyak dihasilkan oleh ekstraksi dengan pelarut diklorometan (persen perbandingan ekstrak tiap pelarut terhadap ekstrak kasar yang diperoleh) pada fraksi 1 dan dengan pelarut 1-butanol pada Fraksi 2. Ekstrak diklorometan berwarna kuning, pada fraksi 1 dan ekstrak 1-butanol berwarna coklat kehitaman pada fraksi 2. Ekstraksi terhadap ekstrak kasar yang diperoleh bertujuan untuk persiapan sebelum pemurnian dengan kolom kromatografi, dimana ekstrak pelarut yang memiliki aktivitas antioksidan yang terbesar akan dimurnikan menggunakan teknik kromatografi kolom. Ekstraksi dilakukan secara berurutan dari pelarut

polar hingga non polar bertujuan agar senyawa yang memiliki kepolaran diantara kepolaran dua pelarut tidak terbawa di kedua fasa pelarut tersebut. Sehingga setiap senyawa, sebagian besar terdapat hanya pada satu pelarut. Dari pengamatan yang dilakukan untuk menguji efek pembalikan urutan pelarut, terlihat bahwa sebagian senyawa yang larut dalam diklorometan juga dapat larut dalam etil asetat.



**Gambar 4. 3** Dari kiri ke kanan secara berurutan hasil ekstraksi dengan n-heksana, diklorometan, etil asetat dan 1-butanol pada fraksi 1.

### 4.3 Uji aktivitas Antioksidan

Uji aktivitas antioksidan dilakukan menggunakan radikal DPPH. Konsentrasi sampel dibuat tiga variasi kemudian direaksikan dengan DPPH dengan porsi yang sama kemudian diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis. Hasil perhitungan absorbansi (lampiran 1 dan 2 ) dialurkan pada grafik (lampiran 3) untuk memperoleh persamaan linier dan kemudian diperoleh data  $IC_{50}$  dari tiap sampel ekstrak kering.

Tabel 4.2  $IC_{50}$  untuk setiap sampel ekstraksi berbagai pelarut.

Ekstrak kering	$IC_{50}$ ( $\mu\text{g/mL}$ )	
	Fraksi 1	Fraksi 2
n-heksana	17.7	16.64
$\text{CH}_2\text{Cl}_2$	56.48	53.03
Etil asetat	58.24	31.57
1-butanol	68.18	71.03
$\text{H}_2\text{O}$	302.16	1822.54

Semakin kecil nilai  $IC_{50}$  maka semakin baik aktivitas antioksidan tersebut. Dapat dilihat bahwa pada fraksi 1 dan 2 dari ekstrak n-heksana memiliki  $IC_{50}$  terkecil, dengan kata lain memiliki sifat antioksidan yang baik. Namun karena ini adalah hasil uji aktivitas antioksidan total maka hasil ini tidak menggambarkan sifat antioksidan tiap senyawa di dalamnya.

Dalam suatu larutan campuran antioksidan dapat terjadi interaksi antara antioksidan yang satu dengan yang lain. Interaksi ini dapat saling menguatkan atau melemahkan, jadi kemungkinan bila ekstrak dimurnikan dan senyawa antioksidan diisolasi dari ekstrak tersebut, maka nilai aktivitas antioksidannya bisa lebih baik atau lebih buruk dari campurannya.

Jika dilihat secara teliti ada kecenderungan dimana  $IC_{50}$  yang diperoleh dari ekstrak hasil ekstraksi n-heksana hingga air (non polar hingga polar) terjadi kenaikan, atau dengan kata lain semakin rendah aktivitas antioksidannya dari pelarut non polar hingga polar.

Seharusnya ekstrak dengan hasil terbaik yaitu ekstrak n-heksana yang kemudian dipisahkan menggunakan kromatografi kolom, namun karena jumlah ekstrak n-heksana yang sedikit sehingga tidak memadai untuk menjalani pemisahan, maka diputuskan untuk langsung menganalisisnya dengan GC/MS, namun karena puncak yang dihasilkan cukup banyak (lampiran 4) sehingga sulit untuk mengidentifikasi tiap puncak. Oleh karena itu akhirnya dipilih ekstrak diklorometan untuk dimurnikan menggunakan kromatografi kolom, karena memiliki nilai aktivitas antioksidan kedua terbaik setelah n-heksana pada fraksi 1 dan jumlah ekstrak yang lebih banyak dari n-heksana.

#### 4.4 Pemisahan dengan Kromatografi Kolom

Pemisahan dilakukan menggunakan silika gel sebanyak 50 gram dan metode yang digunakan untuk menyiapkan kolom adalah metode basah. Pertama-tama bubuk silika gel dibasahi dengan n-heksana, kemudian dimasukkan ke dalam kolom yang berdiameter 2 cm. Ekstrak diklorometan fraksi 1 yang telah dilarutkan dengan metanol diteteskan dengan hati-hati ke dalam kolom sebanyak 3 mL. Setelah itu kolom dielusi dengan campuran pelarut n-heksana-etil asetat 2.5:1. Perbandingan pelarut ini sebelumnya ditentukan dengan menggunakan teknik kromatografi lapis tipis (KLT) terhadap ekstrak diklorometan dan memberikan hasil pemisahan yang terbaik.



**Gambar 4. 4** Kromatografi kolom



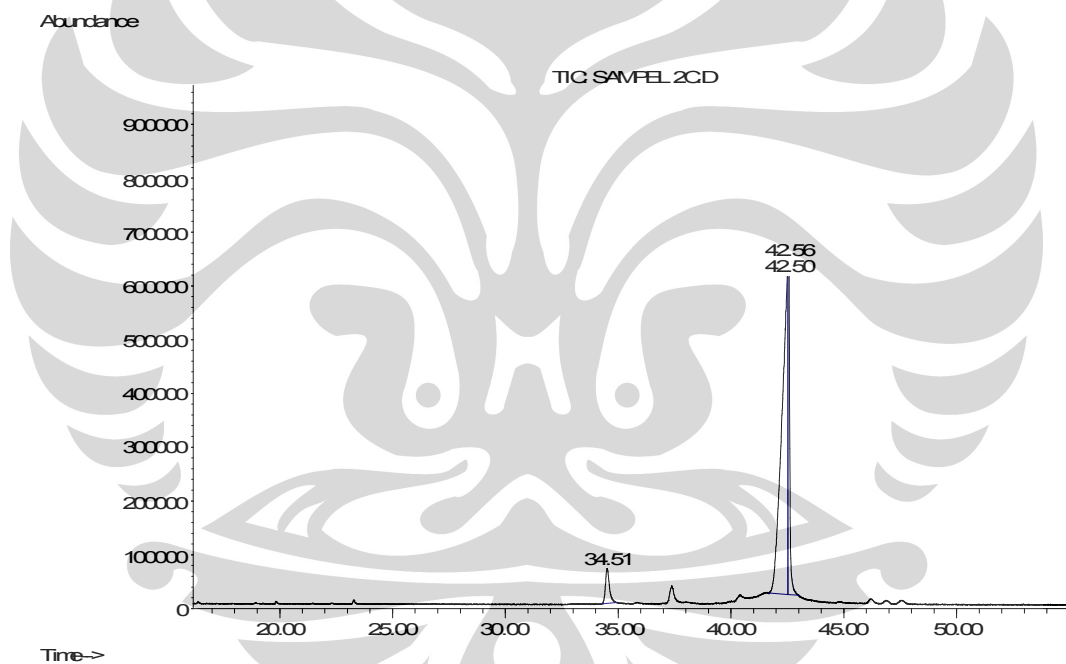
**Gambar 4. 5** Hasil pemantauan dengan KLT fraksi 1-8 (kiri) dan 9-16 (kanan)

Selama campuran pelarut (eluen) dialirkan ke dalam kolom, keran dibuka dengan kecepatan 2 tetes per detik dan ditampung sebanyak 15 mL tiap fraksi. Dari sini dihasilkan 22 fraksi, dimana setelah diperiksa kemurniannya dengan

KLT diperoleh bahwa fraksi 9-12 hanya memiliki satu spot. Sehingga fraksi inilah yang dipilih untuk diidentifikasi senyawa didalamnya. Identifikasi dilakukan menggunakan FT-IR dan GC/MS.

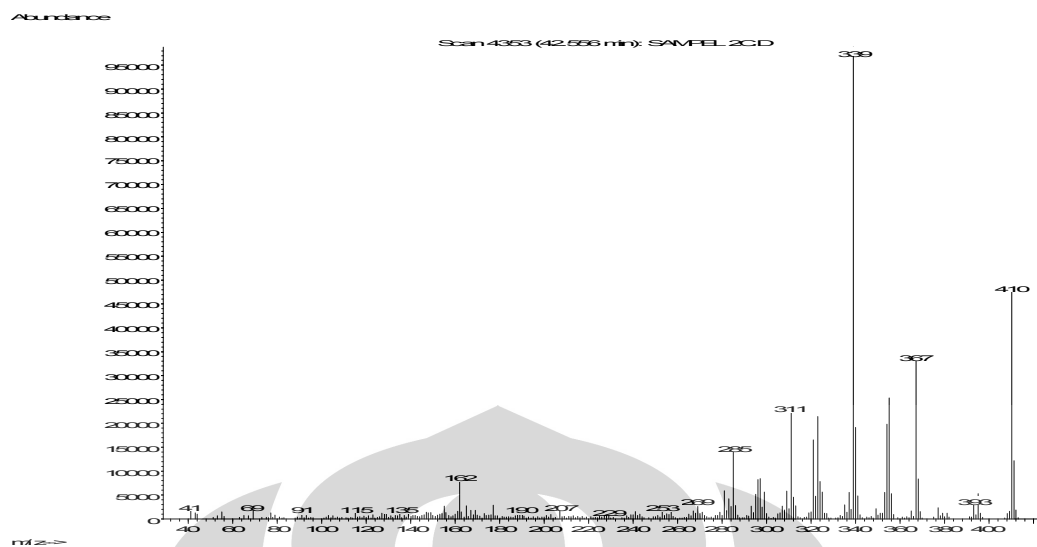
#### 4.5 Identifikasi Senyawa

Identifikasi dilakukan dengan menggunakan FT-IR dan GC/MS. Dari data spektrum GC/MS dapat dilihat hasil atau tingkat kemurnian dari pemisahan dengan kromatografi kolom tidak cukup baik. Seperti yang terlihat pada kromatogram GC di bawah, terdapat lebih dari satu puncak. Hal ini berarti bahwa ada lebih dari satu senyawa pada fraksi 9-12.



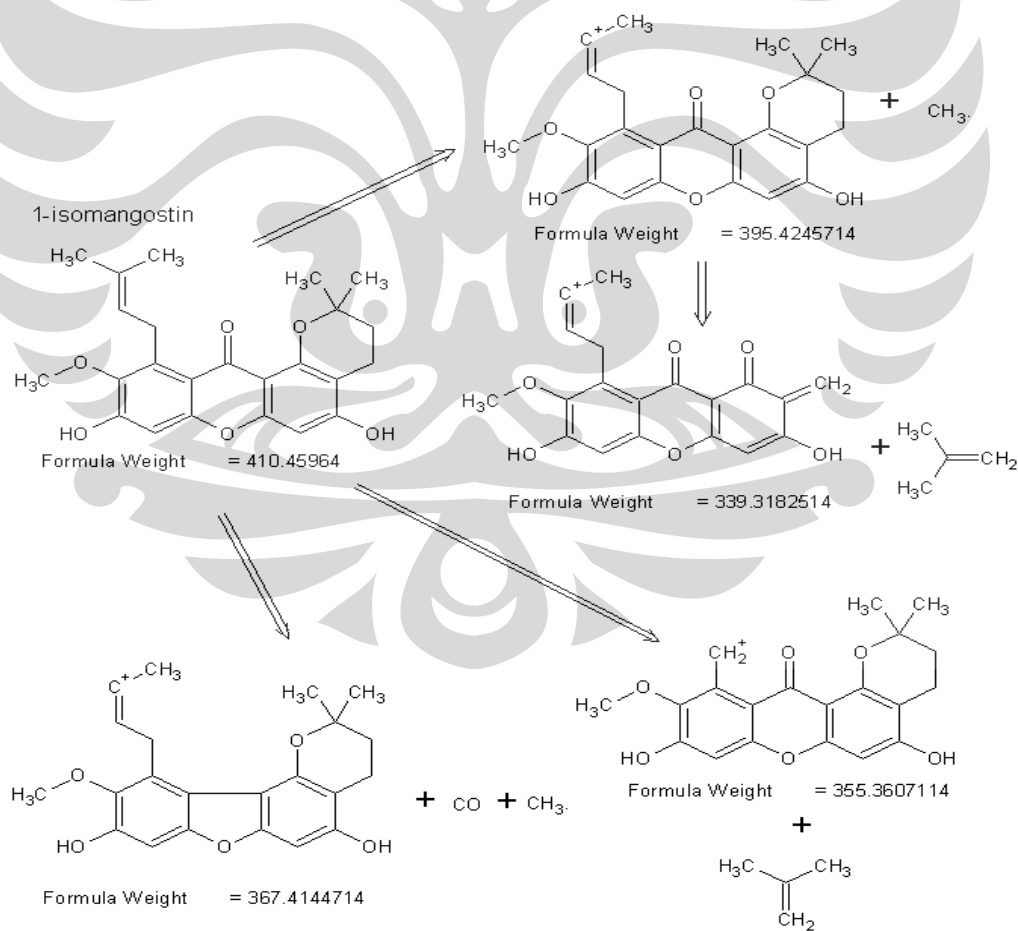
**Gambar 4. 6** Kromatogram GC fraksi 9-12

Berdasarkan literatur (Jung *et al*, 2006; Huang *et al*, 2001) senyawa xanton banyak terlarut pada diklorometan dan etil asetat, maka identifikasi difokuskan pada identifikasi senyawa antioksidan golongan xanton. Hasil identifikasi terhadap spektrum MS mengindikasikan bahwa puncak pada Rt 42.56 menit adalah 1-isomangostin dan 34.51 menit merupakan garcimangoson B.

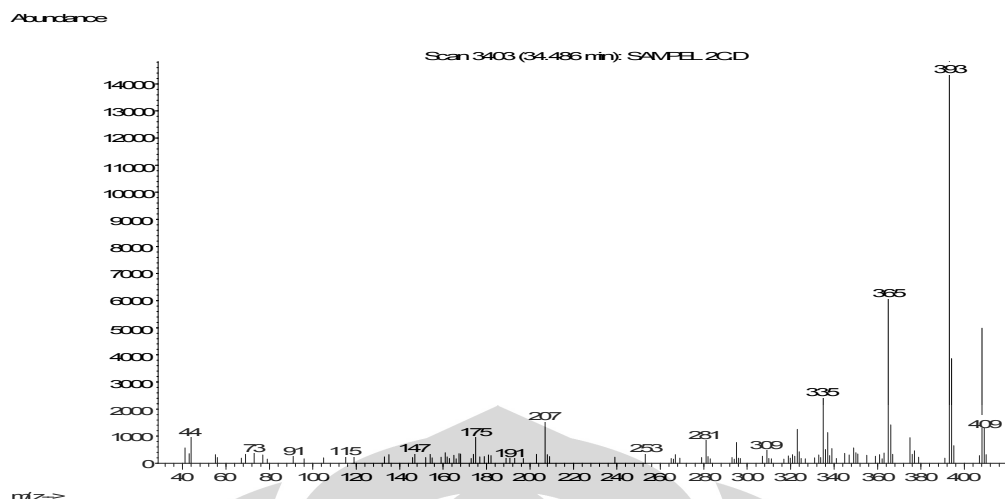


**Gambar 4.7** Spektrum MS untuk senyawa 1-isomangostin pada Rt 42.56 menit

Berikut adalah gambaran fragmentasi dari senyawa 1-isomangostin:

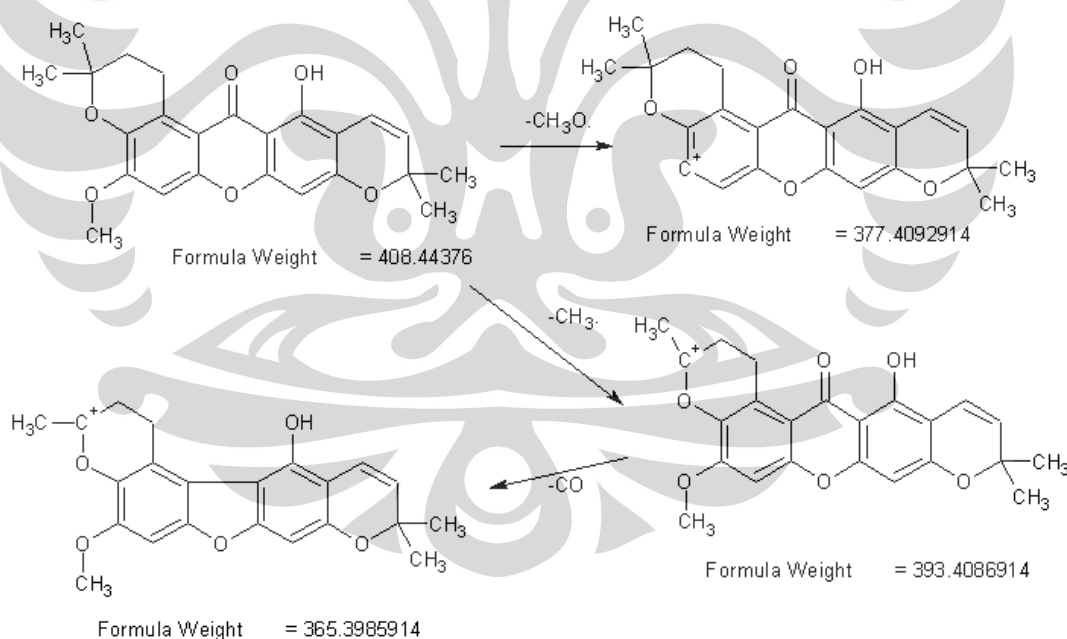


**Gambar 4.8** Fragmentasi pada senyawa 1-isomangostin



**Gambar 4. 9** Spektrum MS untuk senyawa garcimangoson B pada Rt 34.51 menit

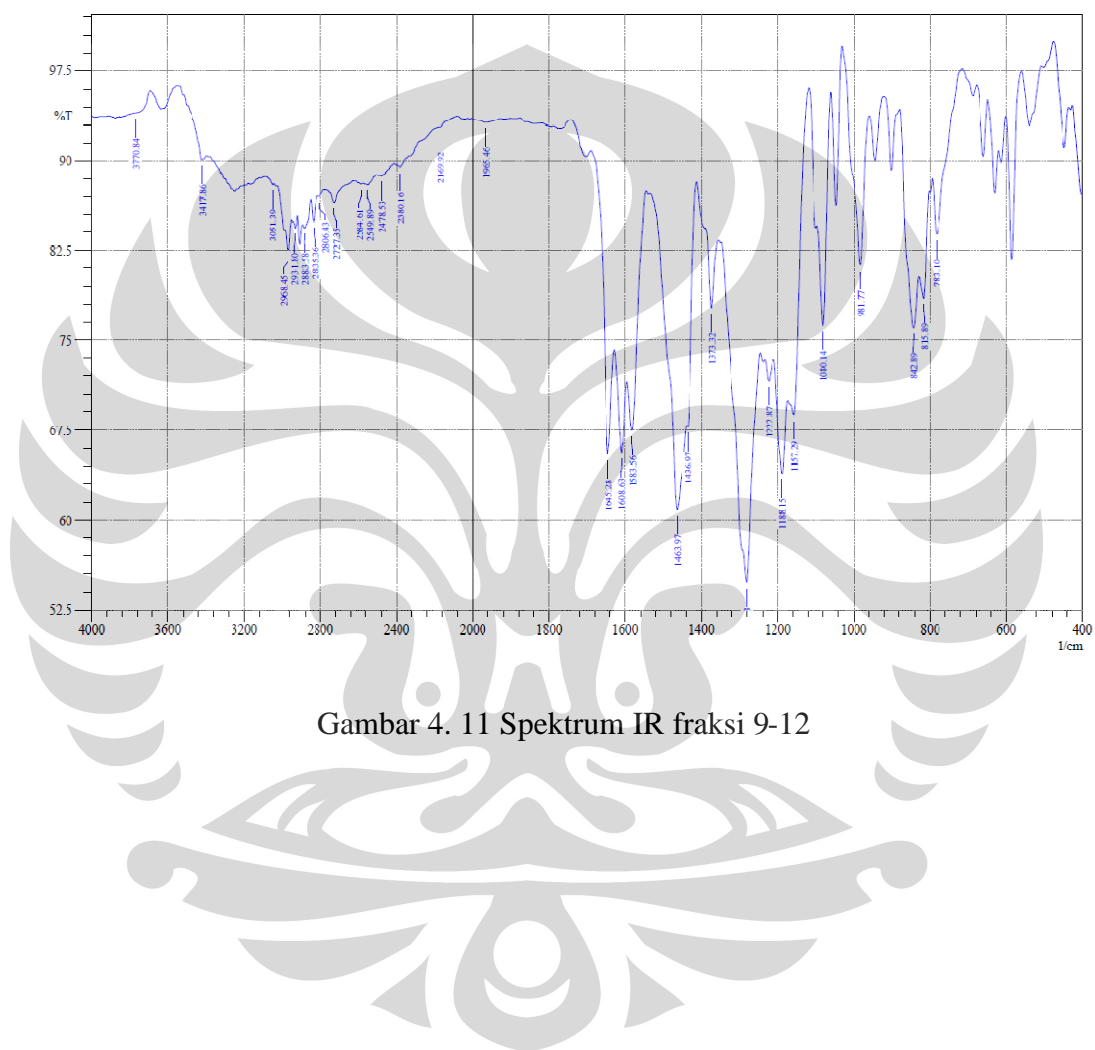
Berikut adalah gambaran fragmentasi dari senyawa garcimangoson B:



**Gambar 4. 10** Fragmentasi senyawa garcimangoson B

Selain dari data hasil pengukuran dengan GC/MS, data IR pada gambar dibawah juga mengindikasikan adanya kedua senyawa tersebut. Pada spektrum IR terlihat adanya cincin aromatis ( $1608.63\text{ cm}^{-1}$  dan  $1583.56\text{ cm}^{-1}$ ), vibrasi gugus

keton ( $1645.28 \text{ cm}^{-1}$ ), metil ( $1463.97 \text{ cm}^{-1}$  dan  $1436.97 \text{ cm}^{-1}$ ), gugus eter ( $1280.73\text{-}1080.14 \text{ cm}^{-1}$ ) dan yang menarik adalah adanya serapan pada sekitar  $2800 \text{ cm}^{-1}$  selain menandakan adanya gugus metoksi, tetapi juga menandakan adanya ikatan hydrogen intramolekuler antara gugus keton dan hidroksi. Hal ini semakin menguatkan keberadaan senyawa garcimangoson B di dalam fraksi 9-12 hasil kromatografi kolom.



Gambar 4. 11 Spektrum IR fraksi 9-12



## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengolahan data pada penelitian ini, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Ekstrak n-heksana memiliki aktivitas antioksidan paling tinggi dibandingkan dengan ekstrak diklorometan, etil asetat, 1-butanol dan air.
2. Menurut hasil analisa spektrum massa dari hasil GC/MS dan spektrum IR, diduga senyawa yang memiliki puncak pada  $R_t = 42.56$  menit adalah 1-isomangostin dengan berat molekul 410 g/mol dan pada  $R_t = 34.51$  menit merupakan senyawa garcimangoson B dengan berat molekul 408 g/mol.

#### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil yang dicapai pada penelitian ini, berikut adalah saran yang dapat membantu pengembangan penelitian ini agar lebih baik hasilnya dikemudian hari:

- a. Pada waktu melakukan kromatografi kolom diusahakan menggunakan campuran kloroform dan metanol, agar hasil pemisahan lebih baik.
- b. Selain menggunakan silika gel sebagai fasa diam, gunakan juga sephadex LH 20 untuk pemurnian lebih lanjut.
- c. Identifikasi senyawa hasil pemurnian diukur juga dengan H NMR dan C NMR, untuk memperkuat identifikasi.

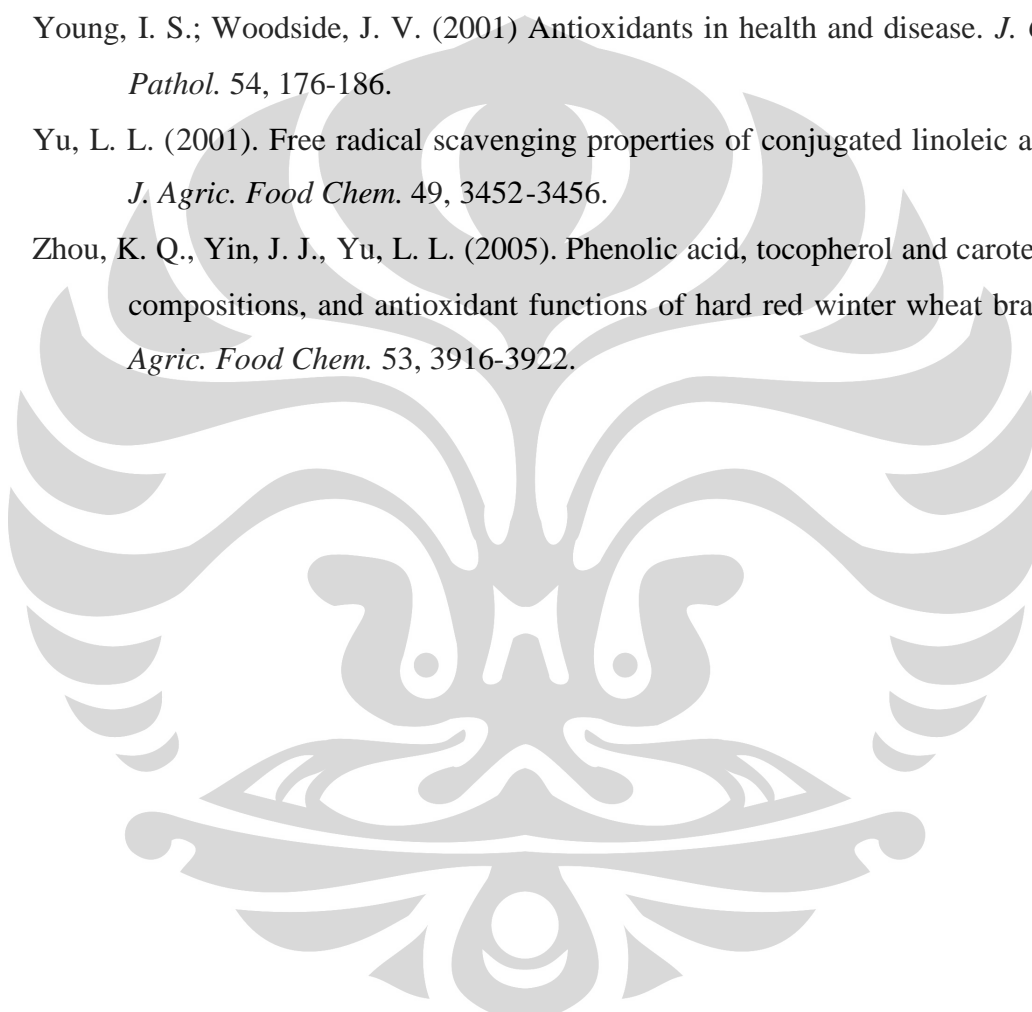
## DAFTAR PUSTAKA

- Baillie, J K., Thompson, A. A. R., Irving, J. B., Bates, M. G. D., Sutherland, A. I., Macnee, W., Maxwell, S. R. J., Webb, D. J. (2009). Oral antioxidant supplementation does not prevent acute mountain sickness: double blind, randomized placebo-controlled trial. *QJM: Monthly Journal of the Association of Physicians*. 102 (5): 341–348.
- Bjelakovic, G., Nikolova, D., Gluud, L. L., Simonetti, R. G., Gluud, C. (2007). Mortality in randomized trials of antioxidant supplements for primary and secondary prevention: systematic review and meta-analysis. *JAMA*. 297 (8): 842–857.
- Block, G., Patterson, B., Subar, A. (1992). Fruit, vegetable and cancer prevention: A review of the epidemiological evidence. *Nutr. Cancer*, 18, 1-29.
- Chairungrilerd, N., Furukawa, K. I., Ohta, T., Nozoe, S., Ohizumi, Y. (1998). Effect of gamma-mangostin through the inhibition of 5-hydroxytryptamine<sub>2A</sub> receptors in 5-fluoro-alpha-methyltryptamine-induced head-twitch responses of mice. *Naunyn-Schmiedeberg's Arch. Pharmacol.* 342, 9-16.
- Chanarat, P., Chanarat, N., Fujihara, M., Nagumo, T. (1997). Immunopharmacological activity of polysaccharide from the pericarb of mangosteen garcinia: phagocytic intracellular killing activities. *J. Med. Assoc.* 80, 149-154.
- Chen, S. X., Wan, M., Loh, B. N. (1996). Active constituents against HIV-1 protease from *Garcinia mangostana*. *Planta Med.* 62, 381-382.
- Eiceman, G.A. (2000). Gas Chromatography. In R.A. Meyers (Ed.), *Encyclopedia of Analytical Chemistry: Applications, Theory, and Instrumentation*, pp. 10627. Chichester: Wiley.
- Gopalakrishnan, G., Banumathi, B., Suresh, G. (1997). Evaluation of the antifungal activity of natural xanthenes from *Garcinia mangostana* and their synthetic derivatives. *J. Nat. Prod.* 60, 519-524.

- Hamada, M., Iikubo, K., Ishikawa, Y., Ikeda, A., Umezawa, K., Nishiyama, S. (2003). Biological activities of R-mangostin derivatives against acidic sphingomyelinase. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 13, 3151-3153.
- Han, A. R., Kim, J. A., Lantvit, D. D., Leonardus, B. S. Kardono, Riswan, S., Chai, H., Blanco, E. J. C., Farnsworth, N. R., Swanson, S. M., Kinghorn, A. D. (2009). Cytotoxic xanthone constituents of the stem bark of *Garcinia mangostana* (mangosteen). *J. Nat. Prod.* 72, 2028–2031.
- Hertog, M. G., Feskens, E. J., Hollman, P. C., Katan, M. B., Kromhout, D. (1993). Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease. The Zutphen elderly study. *Lancet*, 342, 1007-1011.
- Ho, C. K., Huang, Y. L., Chen, C. C. (2002). Garcinone E, a xanthone derivative, has potent cytotoxic effect against hepatocellular carcinoma cell lines. *Planta Med.* 68, 975–979.
- <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Mangosteen.jpeg>. 12 September 2010
- <http://id.wikipedia.org/wiki/Antioksidan>. 11 Juli 2010. 09:53
- Huang, D. J., Ou, B. X., Prior, R. L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *J. Agric. Food Chem.* 53, 1841-1856.
- Huang, Y. L., Chen, C. C., Chen, Y. J., Huang, R. L., Shieh, B. J. (2001). Three xanthenes and a benzophenone from *Garcinia mangostana*. *J. Nat. Prod.* 64, 903-906.
- Jung, H. A., Su, B. N., Keller, W. J., Mehta, R. G., Kinghorn, A. D. (2006). Antioxidant xanthenes from the pericarp of *Garcinia mangostana* (mangosteen). *J. Agric. Food Chem.* 54, 2077–2082.
- Iikubo, K., Ishikawa, Y., Ando, N., Umezawa, K., Nishiyama, S. (2002). The first direct synthesis of R-mangostin, a potent inhibitor of the acidic sphingomyelinase. *Tetrahedron Lett.* 43, 291-293.
- Matsumoto, K., Akao, Y., Kobayashi, E., Ohguchi, K., Ito, T., Tanaka, T., Iinuma, M., Nozawa, Y. (2003). Induction of apoptosis by xanthenes from mangosteen in human leukemia cell lines. *J. Nat. Prod.* 66, 1124–1127.
- Moongkarndi, P., Kosem, N., Kaslungka, S. (2004). Antiproliferation, antioxidation and induction of apoptosis by *Garcinia mangostana*

- (mangosteen) on SKBR3 human breast cancer cell line. *J. Ethnopharmacol.* 90, 161–166.
- Nakatani, K., Atsumi, M., Arakawa, T., Oosawa, K., Shimura, S., Nakahata, N., Ohizumi, Y. (2002). Inhibitions of histamine release and prostaglandin E2 synthesis by mangosteen, a Thai medicinal plant. *Biol. Pharm. Bull.* 25 (9) 1137—1141.
- Nakatani, K., Yamakuni, T., Kondo, N., Arakawa, T., Oosawa, K., Shimura, S., Inoue, H., Ohizumi, Y. (2004). Gamma-mangostin inhibits ikappaB kinase activity and decreases lipopolysaccharide-induced cyclooxygenase-2 gene expression in C6 rat glioma cells. *Mol pharmacol.*
- Parry, J., Su, L., Luther, M., Zhou, K. Q., Yurawecz, M. P., Whittaker, P., Yu, L. L. (2005). Fatty acid composition and antioxidant properties of cold-pressed marionberry, boysenberry, red raspberry, and blueberry seed oils. *J. Agric. Food Chem.* 53, 566-573.
- Pavia, Donald L., Gary M. Lampman., George S. Krutz., Randall G. Engel. (2006). *Introduction to Organic Laboratory Techniques (4th Ed.)*. Thomson Brooks/Cole. pp. 797–817.
- Prakash, A., Rigelhof, F., Miller, E. (2001). Antioxidant activity. *Medalliaon Laboratories Analytical Progress*, 10(2).
- Prior, R. L., Wu, X., Schaich, K. (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *J. Agric. Food Chem.* 53, 4290- 4302.
- Sies H. (1997). Oxidative stress: oxidants and antioxidants. *Exp Physio.* 82 (2): 291–295. <http://ep.physoc.org/cgi/reprint/82/2/291.pdf>.
- Siri, William. (1947). Mass spectroscopy for analysis in the low-mass range. *Review of Scientific Instruments* 18 (8): 540–545.
- Sparkman, O. David. (2000). *Mass spectrometry desk reference*. Pittsburgh: Global View Pub.
- Squires, Gordon (1998). Francis Aston and the mass spectrograph. *Dalton Transactions*: 3893–3900.
- Steinmetz, K. A., Potter, J. D. (1996). Vegetables, fruits and prevention: A review. *J. Am. Diet. Assoc.* 96, 1027-1039.

- Suksamrarn, S., Suwannapoch, N., Phakhodee, W., Thanuhiranlert, J., Ratananukul, P., Chimnoi, N., and Suksamrarn, A. (2003). Antimycobacterial activity of prenylated xanthenes from the fruits of mangosteen. *Chem. Pharm. Bull.* 51(7):857-9.
- Suksamrarn, S., Suwannapoch, N., Ratananukul, P., Aroonlerk, N., Suksamrarn, A. (2002). Xanthenes from the green fruit hulls of *Garcinia mangostana*. *J. Nat. Prod.* 6, 761-763.
- Young, I. S.; Woodside, J. V. (2001) Antioxidants in health and disease. *J. Clin. Pathol.* 54, 176-186.
- Yu, L. L. (2001). Free radical scavenging properties of conjugated linoleic acids. *J. Agric. Food Chem.* 49, 3452-3456.
- Zhou, K. Q., Yin, J. J., Yu, L. L. (2005). Phenolic acid, tocopherol and carotenoid compositions, and antioxidant functions of hard red winter wheat bran. *J. Agric. Food Chem.* 53, 3916-3922.



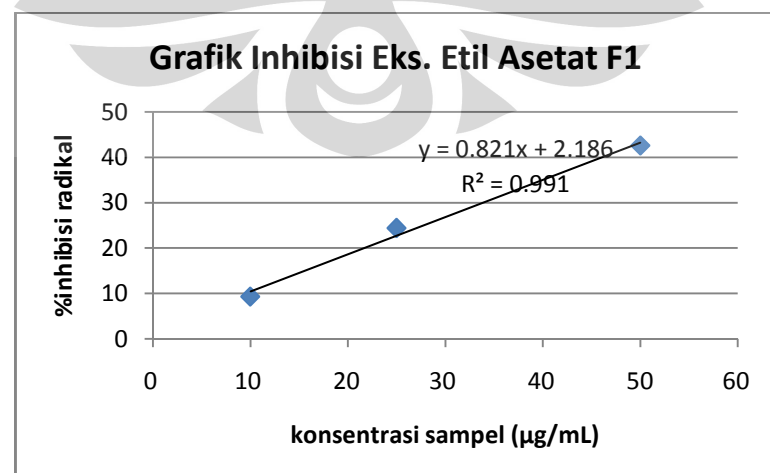
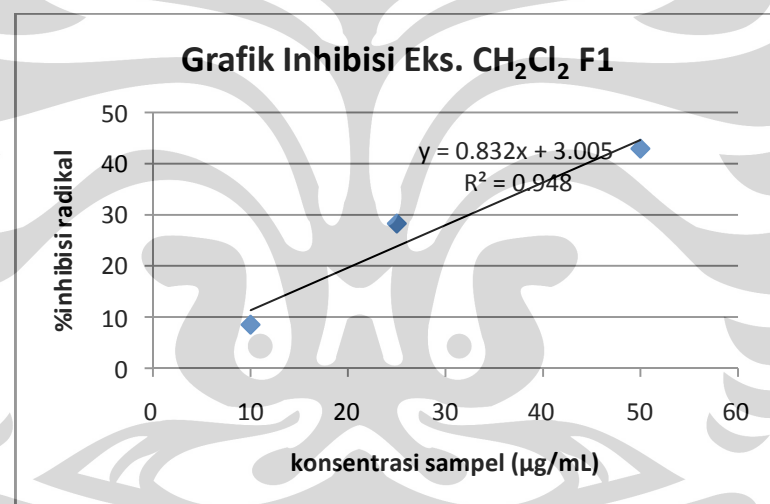
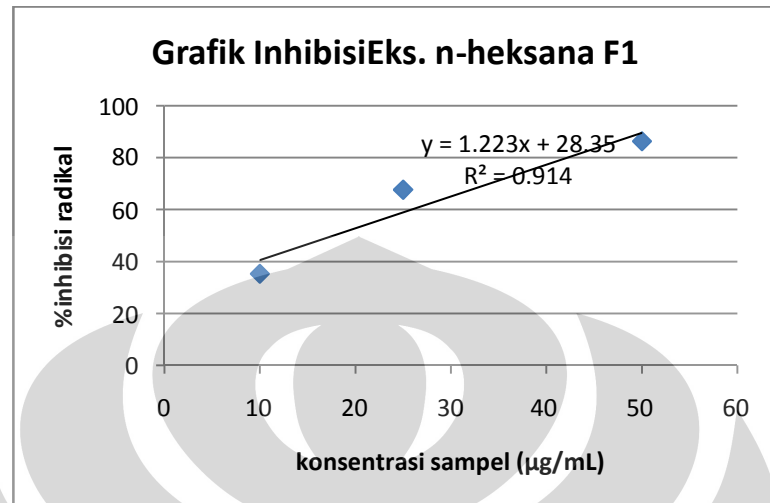
Lampiran 1. Tabel Hasil Uji Antioksidan Fraksi 1

n-heksana F1			
kontrol	konsentrasi ( $\mu\text{g/mL}$ )	absorbansi (A)	%inhibisi radikal
0.54	50	0.074	86.3
	25	0.175	67.59
	10	0.35	35.19
$\text{CH}_2\text{Cl}_2$ F1			
0.622	50	0.355	42.93
	25	0.446	28.3
	10	0.569	8.52
Etil asetat F1			
	50	0.357	42.6
	25	0.47	24.44
	10	0.564	8.52
1-butanol F1			
1.033	400	0.04	96.13
	120	0.362	94.96
	50	0.605	41.43
$\text{H}_2\text{O}$ F1			
0.609	1000	0.102	83.25
	500	0.204	66.5
	100	0.388	36.29

### Lampiran 2 Tabel Hasil Uji Antioksidan Fraksi 2

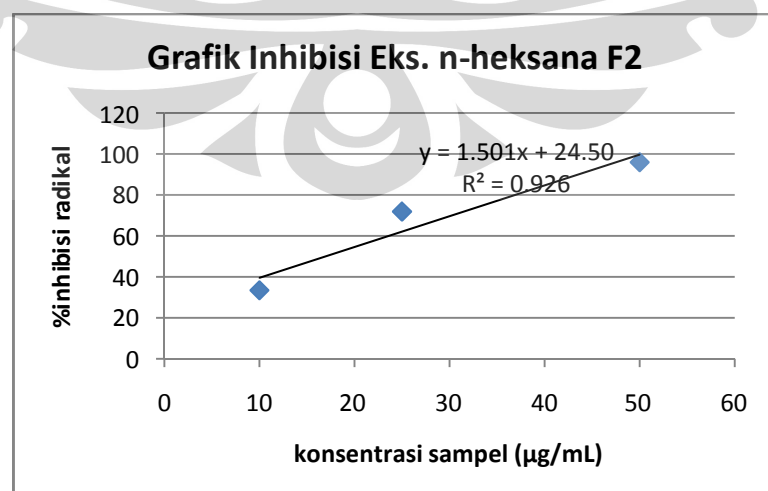
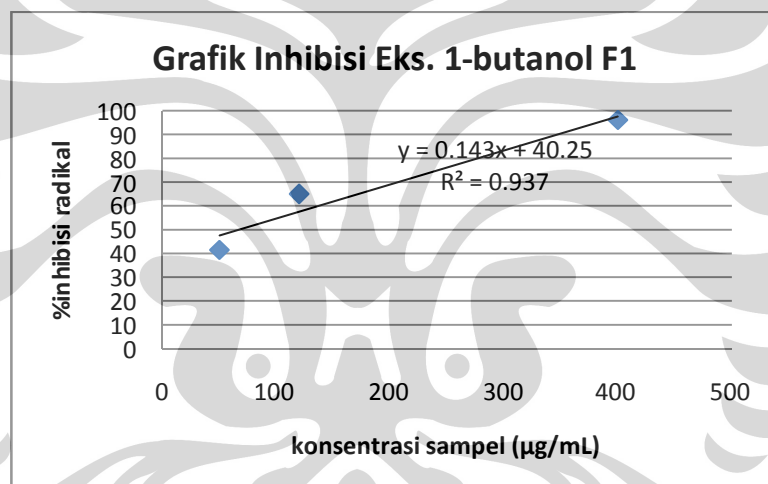
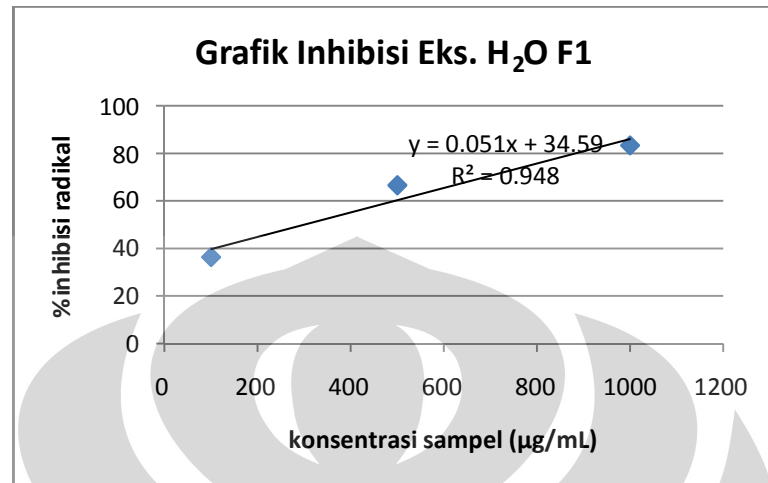
n-heksana F2			
kontrol	konsentrasi ( $\mu\text{g/mL}$ )	absorbansi (A)	%inhibisi radikal
0.515	50	0.021	95.92
	25	0.145	71.84
	10	0.343	33.4
$\text{CH}_2\text{Cl}_2$ F2			
0.622	50	0.333	46.46
	25	0.422	32.15
	10	0.527	15.27
Etil asetat F2			
	50	0.124	80.06
	25	0.272	56.27
	10	0.454	27.09
1-butanol F2			
0.782	500	0.068	91.3
	100	0.337	56.92
	50	0.435	44.37
$\text{H}_2\text{O}$ F2			
0.622	1000	0.436	29.9
	500	0.481	21.02
	100	0.576	7.4

## Lampiran 3 Grafik Uji Aktivitas Antioksidan

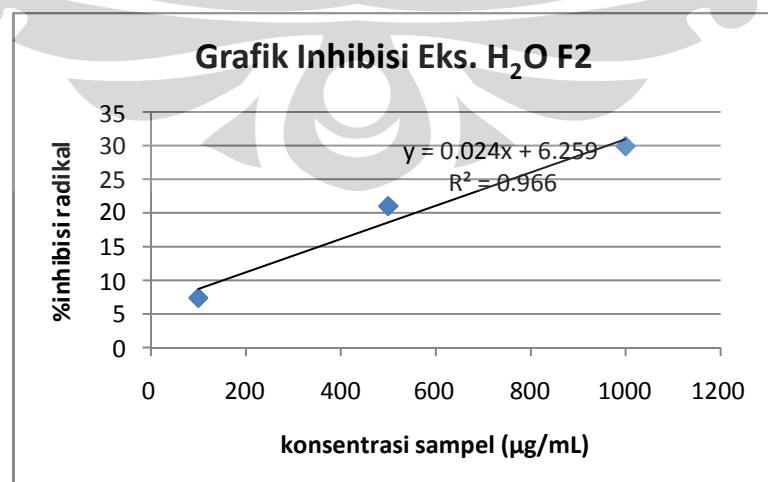
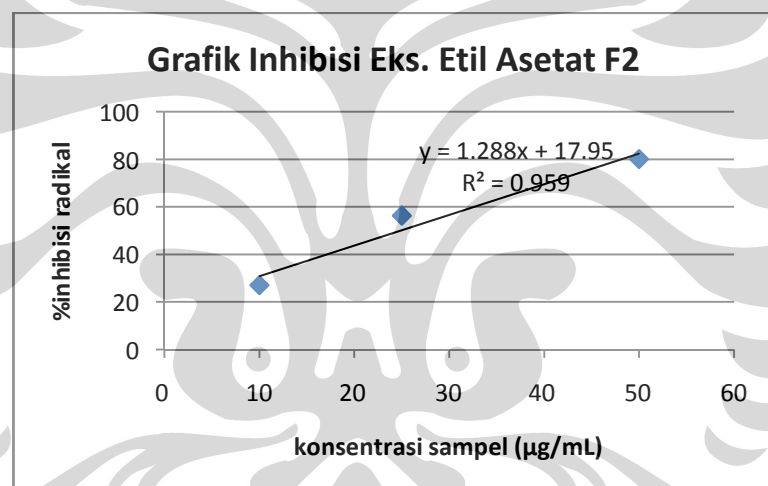
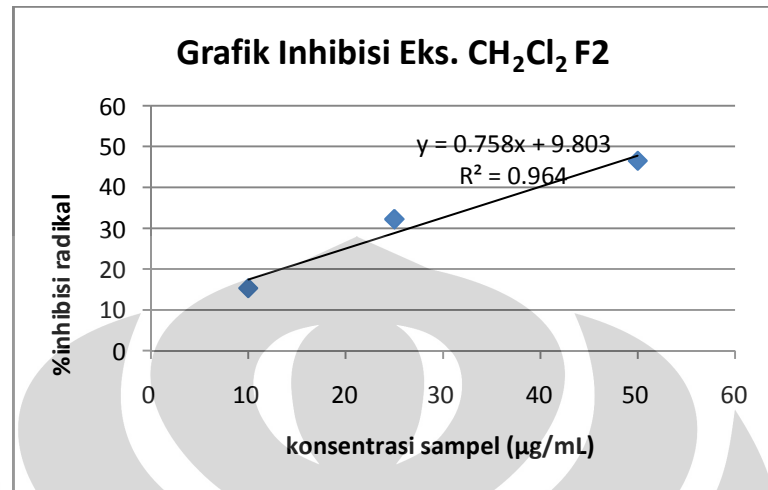




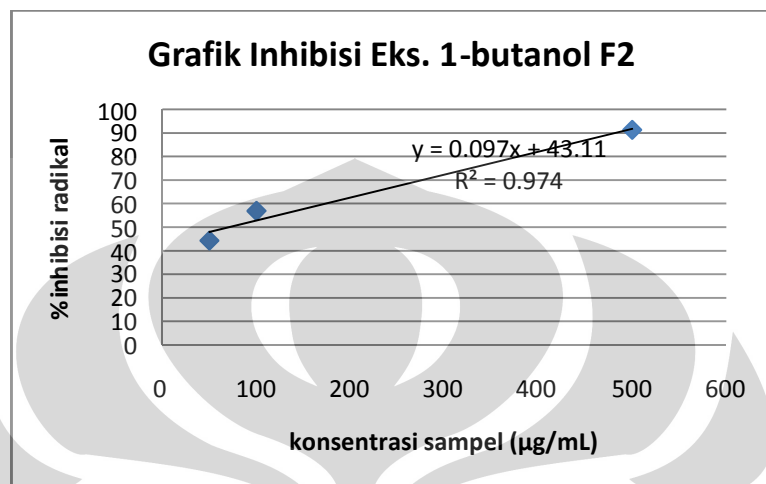
(Lanjutan)

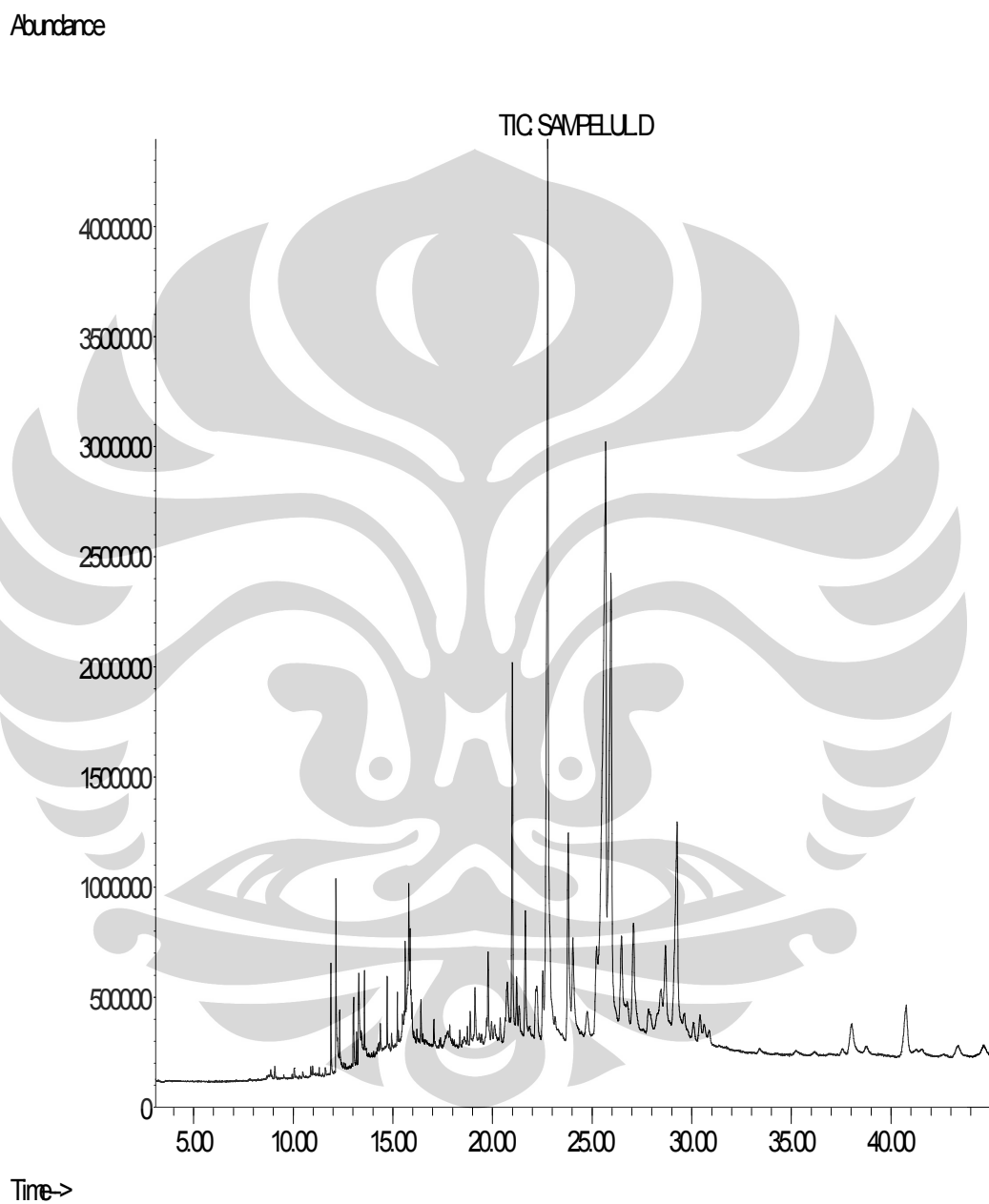


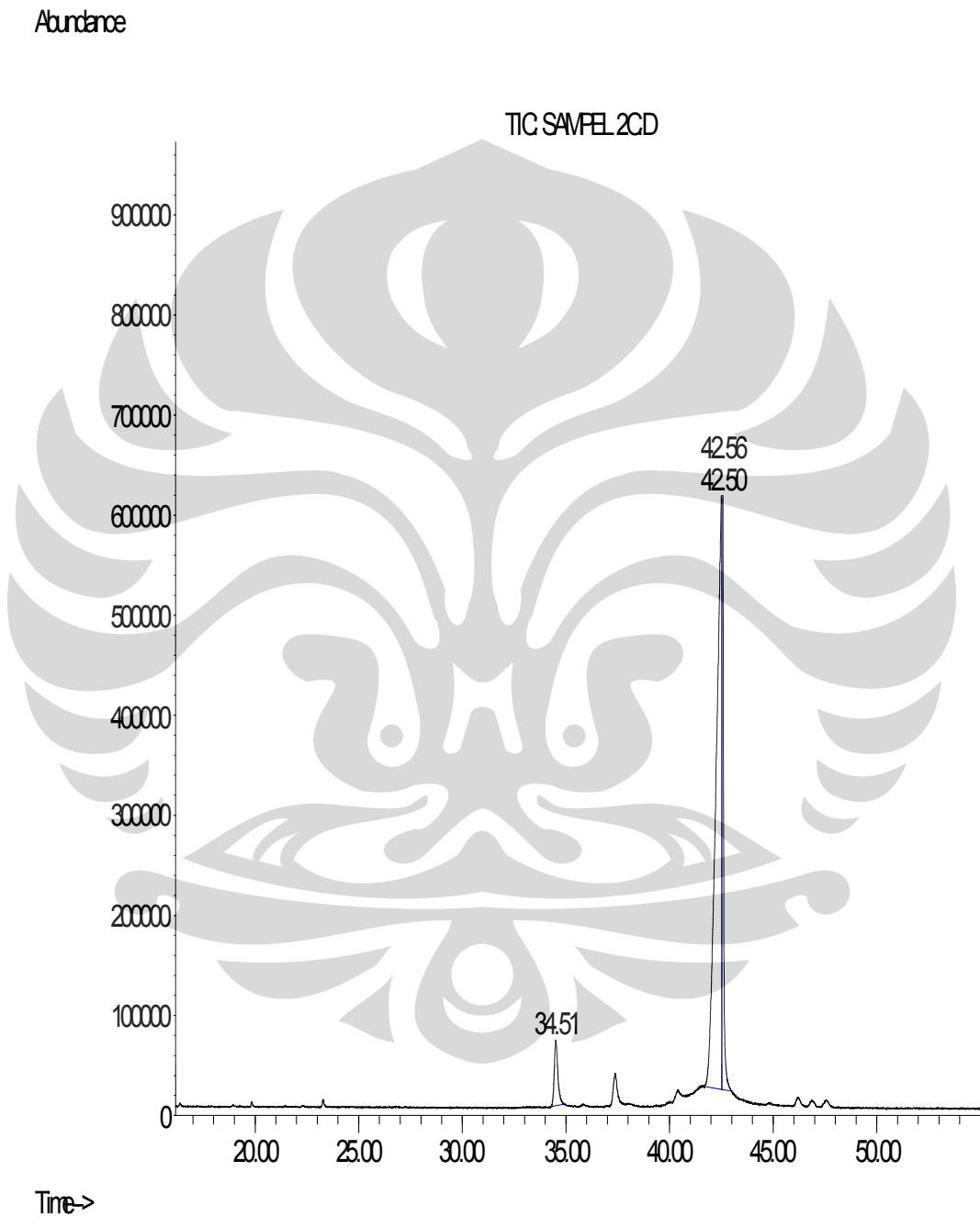
(Lanjutan)

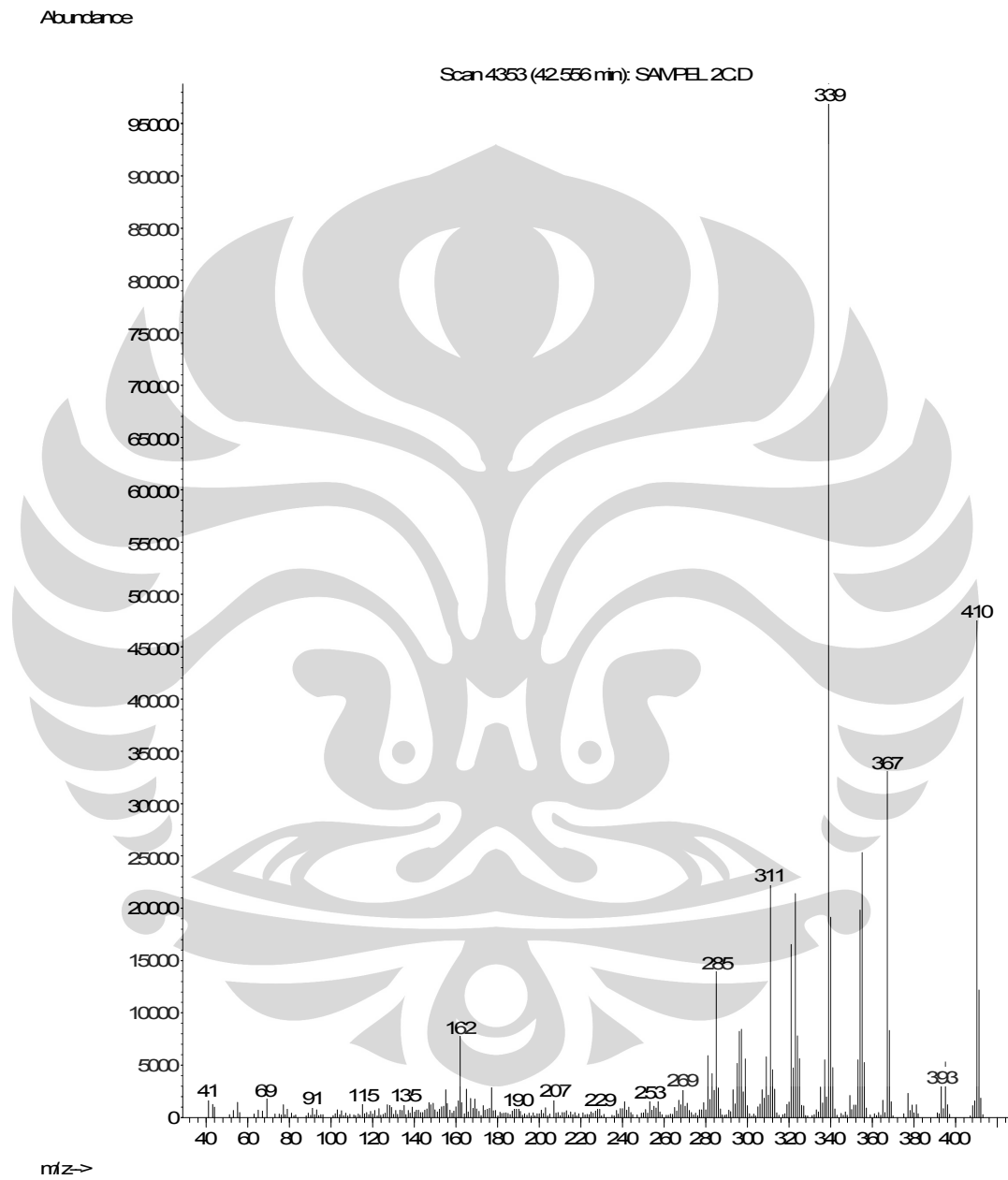


(Lanjutan)



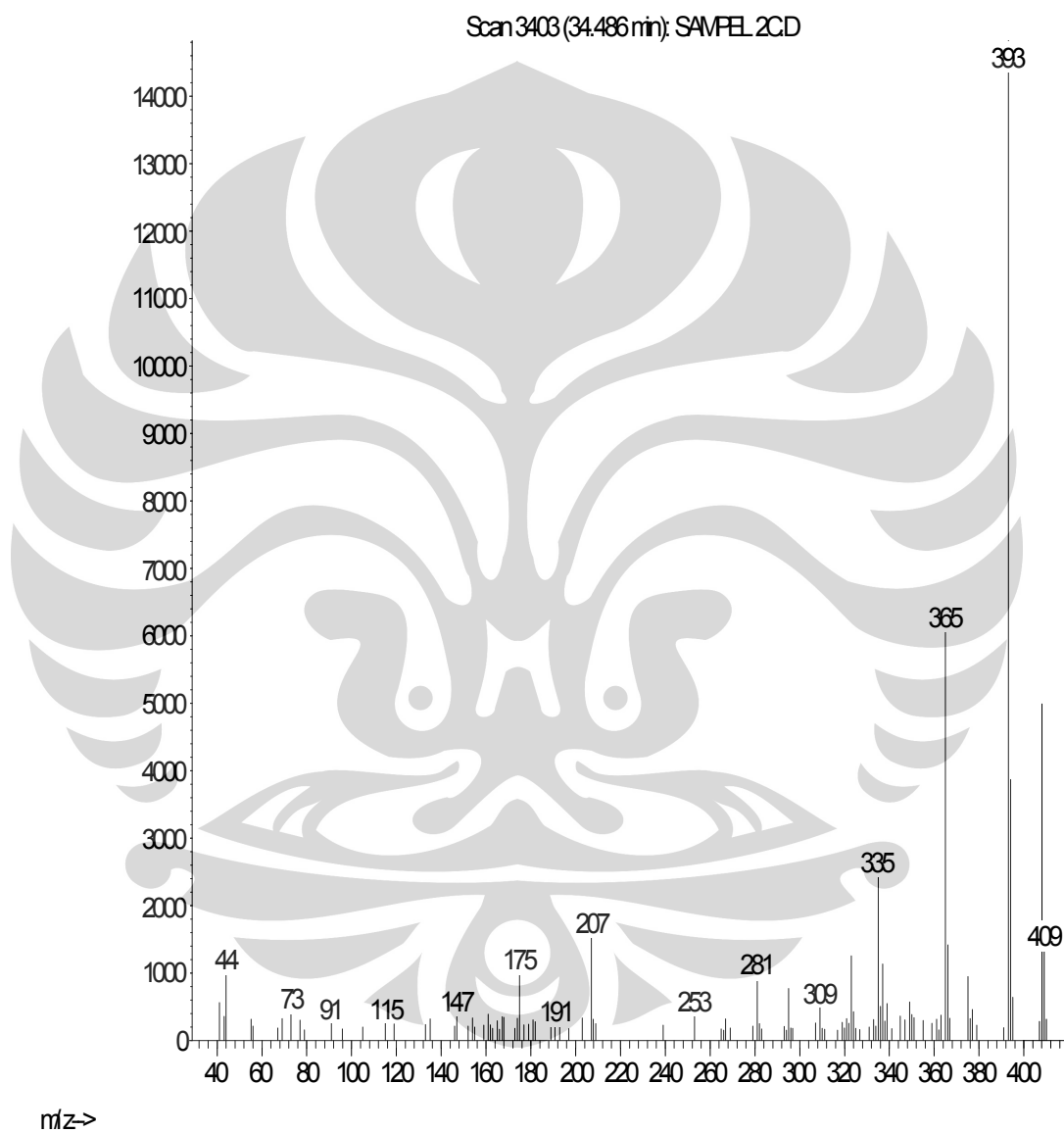
**Lampiran 4** Kromatogram GC/MS ekstrak n-heksana

**Lampiran 5** Kromatogram GC/MS Fraksi 9-12

**Lampiran 6** Spektrum MS 1-isomangostin

**Lampiran 7** Spektrum MS Garcimangoson B

Abundance



## Lampiran 8 Spektrum IR Fraksi 9-12

